



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UNICEUB

FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

SAMIR CAIED

**INSPEÇÃO PREDIAL NO BLOCO “E” DA SUPERQUADRA 405 NORTE DO
PLANO PILOTO DE BRASÍLIA**

Brasília/D.F

2013

SAMIR CAIED

**INSPEÇÃO PREDIAL NO BLOCO “E” DA SUPERQUADRA 405 NORTE DO
PLANO PILOTO DE BRASÍLIA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito para obtenção de bacharel em
Engenharia Civil, do curso de Engenharia
Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências
Sociais – FATECS do Centro Universitário de
Brasília

.

Orientadora: Neusa Maria B. Mota.

Brasília/D.F

2013



Samir Caied

Trabalho de Conclusão de Curso de autoria de Samir Caied , intitulado, apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel, do curso de Superior de Engenharia Civil da Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais – FATECS do Centro Universitário de Brasília, defendida e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada.

Data da Banca 25/06/2013

Nome: Prof. Neusa Maria Bezerra Mota, Dr.

Instituição: Centro Universitário de Brasília.

Assinatura

Nome: Cláudia Márcia Coutinho Gurjão, PhD.

Instituição: Universidade de Brasília

Assinatura:

Nome: João da Costa Pantoja, Dr.

Instituição: Centro Universitário de Brasília

Assinatura:

AGRADECIMENTO

Agradeço a toda a equipe da BMS engenharia, em especial a minha professora e orientadora Neusa Mota, por todo apoio e conhecimento transmitido.

Aos meus pais, Salim e Vanusa, por terem acreditado no meu sucesso e me propiciar as melhores condições de desenvolver meus estudos com qualidade.

Aos meus tios, Roberto e Jorge, por todo apoio dado na minha mudança para Brasília, me ajudando a me sentir em casa nessa cidade.

Aos meus irmãos por todo o carinho e amizade incondicionais.

A toda minha família, especialmente aos meus avós, pelo suporte, carinho e amor em todos os momentos da minha vida.

A meus amigos, de modo especial a minha companheira Lorena Viana, que me ajudaram e propiciaram momentos de alegria durante essa dura jornada.

A síndica do condomínio do Bloco E da Superquadra 405, senhora Célia, por disponibilizar documentos que me ajudaram na pesquisa.

A Deus por ter me protegido e me iluminado nesse caminho.

RESUMO

Este trabalho tem o intuito de contribuir no programa piloto, desenvolvido pelo UniCeub, sobre os aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, intervenções, diagnósticos e propostas de manutenção dos edifícios situados na faixa 400 do Plano Piloto de Brasília. O objetivo principal desse trabalho é levantar as principais manifestações patológicas existentes nas áreas comuns, fachadas e cobertura do Bloco “E” da Superquadra 405 Norte. O estudo se desenvolveu, inicialmente, pela escolha do edifício em que o estudo de caso se desenvolveu, julgando por alguns aspectos como idade do projeto urbanístico da Superquadra e do edifício, da notoriedade do projeto arquitetônico, do grau de deterioração aparente, cooperação do condomínio e entre outros aspectos, o edifício escolhido foi o Bloco “E” da Superquadra 405 Norte. Edifício que está situado na Superquadra Dupla que possui o projeto urbanístico mais antigo das Superquadras Duplas Norte e um edifício com aproximadamente 50 (cinquenta anos) de idade. Neste trabalho, apresentam-se alguns conceitos que possam ser importantes para a compreensão do leitor, a saber: síntese do conceito de durabilidade, desempenho, vida útil, manutenção predial e sua importância, das causas do desgaste das estruturas de concreto armado e dos tipos de ataque que uma estrutura está sujeita, e conceitos que influenciaram o projeto do Plano Piloto de Brasília e o histórico das Superquadras 400. Com o objetivo de complementar a vistoria predial, foram levantadas por atas de condomínio, planta baixa de arquitetura e anamnese com moradores e funcionários da edificação e pelas propriedades dos materiais utilizados na edificação fatos que contribuíram para o surgimento das manifestações patológicas encontradas durante a vistoria. Com o intuito de facilitar a caracterização das manifestações patológicas encontradas na vistoria predial, ilustrações das manifestações estão expostas em quadros e croquis das fachadas e pilotis exemplificando a localização das manifestações patológicas e a planta baixa do “*as built*” de arquitetura estão anexados. Afim de que as causas das manifestações patológicas encontradas não fiquem apenas em especulações e se possa dar um diagnóstico e um tratamento mais adequado a elas, nas considerações finais desse trabalho, foram propostos alguns ensaios, e algumas medidas paliativas para, em curto prazo, aumentar o desempenho e prolongar a vida da estrutura.

Palavras-chave: manifestações patológicas, Bloco “E” da Superquadra 405 Norte, vistoria predial.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo	3
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Durabilidade, Desempenho, Vida Útil e Manutenção nas Edificações	4
2.2 Patologias	11
2.3 Causas da Deteriorização das Estruturas de Concreto Armado	13
2.3.1 Causas Intrínsecas	13
2.3.2 Causas Extrínsecas	14
2.4 Processos de Deterioração	14
2.4.1 Permeabilidade	15
2.4.2 Absorção capilar	15
2.4.3 Difusão	16
2.4.4 Migração iônica	16
2.5 Umidade	16
2.6 Ataques Químicos	17
2.6.1 Carbonatação	17
2.6.2 Eflorescência	18
2.6.3 Cloretos	19
2.6.4 Corrosão eletroquímica	20
2.7 Ataques Biológicos	21
2.8 Fissuras	22
2.8.1 Fissuras no concreto fresco	22
2.8.2 Fissuras no concreto endurecido	22
2.8.3 Tipologia das fissuras	24

3 METODOLOGIA ADOTADA.....	26
3.1 Escolha do Edifício	26
3.2 Investigação.....	26
3.2.1 Pesquisa Histórica	26
3.2.2 Vistoria Predial.....	27
3.3 Resultados	27
4 ESTUDO DE CASO: HISTÓRICO E INTERVENÇÕES RELEVANTES	27
4.1 Histórico das Superquadras do Plano Piloto de Brasília.....	28
4.1.1 Conceitos Urbanísticos	28
4.1.2 As Superquadras	28
4.1.3 As Superquadras 400	28
4.2 Superquadra Dupla Norte 405/406.....	29
4.2.1 Os Blocos da superquadra Dupla Norte 405/406.....	29
4.2.2 O Projeto de Arquitetura dos Blocos da Superquadra Dupla Norte 405/406	29
4.3.2 O Projeto De Estrutura dos Blocos da superquadra Dupla Norte 405/406	30
4.4 Localização do Bloco “E” da Superquadra 405 Norte	30
4.5 As intervenções realizadas no Bloco “E” da Superquadra 405 Norte.....	31
4.6 Características dos matérias que compõem a edificação	32
4.6.1 Nas fachadas.....	32
4.6.2 No pilotis.....	33
4.6.3 Na área comum.....	34
4.6.4 Na cobertura.....	35
5 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS	36
5.1 Nas fachadas.....	36
5.1.1 Fachada Norte	37
5.1.2 Fachada Sul.....	38

5.1.3 Fachada Leste.....	40
5.1.4 Fachada Oeste	41
5.2 Na cobertura	42
5.3 No pilotis	44
5.4 Patologias nas áreas comuns.....	45
6 COMENTÁRIOS SOBRE AS PATOLOGIAS E PROGNÓSTICO	52
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE ABREVIACÕES

Unesco	-Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura.
Uniceub-	-Centro Universitário de Brasília.
SQN	-Superquadra Norte do Plano Piloto de Brasília.
SQDN	-Superquadra Dupla Norte do Plano Piloto de Brasília.
IAPC	-Instituto de Aposentadoria e Pensões do Comercário.
Agefis	Agencia de Fiscalização do Distrito Federal.

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1- Vida útil em função da tipologia da estrutura modificado Eurocode N°0 (1990) ..	6
Tabela 2.2 Principais ensaios, realizados em laboratório, em obras de concreto armado (Notas de aula da pós-graduação do departamento de engenharia civil da Universidade de Brasília)..	9
Tabela 2.3- Intervalo ente inspeções, em anos (FIP,1988)	11
Tabela 2.4- Causa dos problemas patológicos em estruturas de concreto (Souza e Ripper, 1998)	12
Tabela 2.5- Causas Intrínsecas (Souza e Ripper,1998).....	13
Tabela 2.6- Causas Extrínseca (Souza e Ripper, 1998)	14
Tabela 2.7 Classificação das fissuras , apresntadas na figura 2.11, (Granato,2012)	25
Tabela 5.1 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “A”	46
Tabela 5.2 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “B”	47
Tabela 5.3Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “C”	48
Tabela 5.4 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “D”	49

TABELA DE QUADROS

Quadro 5.1 .a Manifestações patológicas fachada Norte.....	37
Quadro 5.1.b Manifestações patológicas fachada Norte.....	38
Quadro 5.2.a Manifestações patológicas fachada Sul.....	39
Quadro 5.2.b Manifestações patológicas fachada Sul.....	39
Quadro 5.3 Manifestações patológicas na fachada Leste.....	40
Quadro 5.4.a Manifestações patológicas fachada Oeste.....	41
Quadro 5.4.b Manifestações patológicas fachada Oeste.....	42
Quadro 5.5.a Manifestações patológicas na Cobertura.....	43
Quadro 5.5.b Manifestações patológicas na Cobertura.....	43
Quadro 5.6.a Manifestações patológicas no Pilotis.....	44
Quadro 5.6b Manifestações patológicas no Pilotis.....	45
Quadro 5.7.a Manifestações patológicas Entrada “A”.....	46
Quadro 5.7.b Manifestações patológicas Entrada “A”.....	47
Quadro 5.8 Manifestações patológicas Entrada “B”.....	48
Quadro 5.9 Manifestações patológicas Entrada “C”.....	49
Quadro 5.10 Manifestações patológicas Entrada “D”.....	50
Quadro 5.11 Manifestações patológicas na área interna.....	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Vida útil total (ABNT Projeto 02:136.01-001/1).....	5
Figura 2.2 Lei de evolução de custos (Sitter, 1984 apud Sitter, 1992).....	7
Figura 2.3 Síntese dos pilares de uma vistoria predial (Burin e Daniel, et al, 2009)	7
Figura 2.4 Fases das Manifestações Patológicas (Fonte: Notas de aula da pós-graduação do departamento de engenharia civil da Universidade de Brasília)	10
Figura 2.5 Falhas segundo os danos produzidos (Bureau Securitas, 1972 apud Pantoja, 2013)	15
Figura 2.6 -Exemplo de uma peça de concreto armado carbonatada (Notas de aula Prof Neuza Mota, 2010)	18
Figura 2.7 Eflorescência em alvenaria de blocos de concreto(Ilustrativa)	18
Figura 2.8 Laje de concreto armada atacada por cloreto (Ilustrativa)	19
Figura 2.9 Carbonatação despassivando o concreto (Carmona, 2005)	20
Figura 2.10 Corrosão na armadura (Ilustrativa)	21
Figura 2.11 Tipologia fissuras intrínsecas (Concrete Society apud Granato,2012.....	24
Figura 4.1 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação ao Plano Piloto de Brasília (Ferreira e Gorovitz,2009).....	30
Figura 4.2 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação SQDN 405/406 (Divisão de Arquitetura apud Machado, 2007).....	30
Figura 4.3 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação à SQN 405 (Agefis)	31
Figura 4.4 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação a orientação solar (Google Earth).....	31
Figura 4.5 - Em destaque do revestimento de mármore dos pilares e da entrada das prumadas	33
Figura 4.6 Detalhe do revestimento da laje do pilotis em granitina	33
Figura 4.7 Detalhe da pintura texturizada que reveste as paredes internas	34
Figura 4.8 Detalhe da cerâmica que reveste as lajes das áreas comuns	34

Figura 4.9 Em detalhe o caimento e as telhas da cobertura	35
Figura 4.10 Em detalhe a caixa d água	35
Figura 5.1 Porcentagem das manifestações patológicas nas fachadas	36
Figura 5.2 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada norte	37
Figura 5.3 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Sul.....	38
Figura 5.4 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Leste	40
Figura 5.5 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Leste	41
Figura 5.6 Porcentagem das manifestações patológicas na Cobertura	42
Figura 5.7 Porcentagem das manifestações patológicas no Pilotis.....	44
Figura 5.8 Referencia do posicionamento das Entradas	45

1 INTRODUÇÃO

Em 2010, Brasília comemorou seu aniversário de cinquenta anos. Uma idade considerável para as estruturas de concreto armado, as quais em geral são projetadas para durar cerca de 50 (cinquenta anos). Vale a pena lembrar que na época da construção de Brasília, as orientações normativas não possuíam a preocupação com a durabilidade e o desempenho das edificações da maneira como as normas vigentes atuais, ABNT NBR 6118:2007 e ABNT NBR 15575:2013, se preocupam. Além disso, o concreto utilizado nas edificações do início de Brasília possuía fck inferior aos utilizados atualmente e todo o concreto era produzido na própria obra, logo mais suscetível a erros humanos na dosagem da quantidade de água e dos materiais constituintes do concreto.

O aspecto de patologia, manutenção e recuperação das estruturas das edificações, da cidade de Brasília, merece uma preocupação maior, pela a cidade ter recebido da UNESCO, em 1987, o título de Patrimônio Cultural da Humanidade. Título, até então, nunca concedido a uma cidade tão jovem, antes apenas cidades seculares tinham sido condecoradas, mas pela cidade de Brasília ter sido considerada um marco, nacional e internacional, nas áreas de engenharia, arquitetura e urbanismo, a cidade foi considerada merecedora.

A fim de preservar as características, cujas as quais fizeram o projeto de Brasília e algumas de suas edificações, merecedoras do título da UNESCO, a cidade foi tombada como patrimônio histórico federal em 1990 e pelo governo do Distrito federal em 1991. O tombamento foi referente ao conjunto urbanístico de Brasília em decorrência do plano piloto traçado para a cidade, ou seja, o projeto urbanístico em suas escalas “monumental, residencial, bucólica e gregária” da maneira original como foi concebido por Lucio Costa.

Abaixo, uma breve descrição das quatro escalas:

- Monumental, abrange a região da Praça dos três poderes até a Praça do Buriti, concebida com uma intenção deliberada de Lucio Costa de estampar na cidade a marca de capital definitiva do país (Marques, 2007).
- Residencial, especificadas pelas superquadras, sul e norte, criadas com o ideal das unidades de vizinhanças e cidade jardim.
- Gregária, configurada pelas regiões dos setores Bancários, Hoteleiros, Comerciais, Diversões, Médico-Hospitalares, de Autarquia e de Rádio e Televisão. Essa escala segundo Goulart e Leitão (2009), “deveriam propiciar as condições de agregação e urbanidade características dos centros urbanos”.
- Bucólica, formada pelas áreas verdes da cidade com três intuitos de compor e emoldurar as outras três escalas, diluir os efeitos das ocupações residências não planejadas e estruturar as áreas voltadas ao lazer (Gusmão, 2009)

Como salienta Moreira (2007), a preservação do patrimônio é matéria estabelecida na constituição brasileira. Para isso ocorrer é importante estabelecer uma educação patrimonial, a fim de se estabelecer diretrizes para a conservação dos conhecimentos, e assim compor as memórias do patrimônio. As publicações sobre as técnicas de engenharia envolvidas, no

projeto e execução, das edificações com importância histórica, ajudam na avaliação continuada da situação física, subsidiando as manutenções periódicas e conservação dessas edificações. Essas publicações técnicas são comuns em países desenvolvidos com a devida valorização do patrimônio histórico. Vasconcelos (1992) questiona o desprezo com a história da engenharia estrutural de Brasília, fato que ocorre até nas esferas técnicas e classistas da engenharia nacional.

Algumas publicações técnicas sobre os aspectos de patologia, manutenção e recuperação das edificações das estruturas situadas na escala monumental e gregária de Brasília, já foram lançadas. A seguir alguns destes trabalhos já desenvolvidos:

- Pessoa (2002), sobre a estrutura da Catedral Metropolitana de Brasília.
- Santos Jr. (2004), sobre a estrutura do Palácio do Itamaraty – Ministério de Relações Exteriores.
- Moreira, A. L. A. (2007), sobre a estrutura do Palácio da Justiça em Brasília: aspectos históricos, projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção.
- Fonseca, R. P. (2007), sobre a estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção.
- SILVA, L.S.P. (2008), sobre a estrutura do monumento a Caixias e do teatro Pedro Calmon de Brasília: histórico de projeto, execução e intervenções e estratégias para manutenção.
- Matos, R. P. de (2009), sobre a estrutura da Plataforma Superior da Estação Rodoviária de Brasília: Análise de Intervenções e Avaliação Pós-reparo.
- Souza, D. A. S. (2009), sobre a estrutura do Teatro Nacional Claudio Santoro em Brasília: histórico de projeto, execução, intervenções e estratégias para manutenção.

Até o momento nenhuma publicação trata dos aspectos de patologia, manutenção e reparos na escala residencial de Brasília, em especial das superquadras 400, faixa residencial que possui projetos assinados por arquitetos de renome como Nauro Esteves, Glauco Campelo, Oscar Niemeyer, Milton Ramos dentre outros. Porém o descuido com as manutenções prediais e o descaso com as patologias apresentadas, muitas vezes motivadas pela desconhecimento dos moradores nessas áreas, fez com que os edifícios sofressem uma redução em sua vida útil e uma desvalorização financeira.

Preocupado com a falta de documentos, publicações técnicas, voltadas aos aspectos estruturais, preservação de aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto,

intervenções, diagnósticos e proposta de manutenção, o núcleo de arquitetura do Centro Universitário de Brasília (UniCeub), sob a coordenação da Professora Neusa Mota, está desenvolvendo um projeto piloto de pesquisa para levantar os referidos aspectos na área residencial da Superquadras 400, contexto em que este projeto final de curso se enquadra.

Mesmo em um edifício bem projetado e construído, se não forem feitas manutenções preventivas e corretivas adequadas ao longo do tempo, este não estará livre de problemas patológicos. Em muitos edifícios estas manutenções periódicas são ignoradas, consequentemente a estrutura das edificações sujeitas à ação de intempéries (variações climáticas, ação de chuvas ácidas, CO₂, cloretos, etc.) e o seu mau uso (como exemplo sobrecargas não previstas na estrutura), levam ao aparecimento das manifestações patológicas, sendo muitas vezes ignoradas até chegar a desgastes significativos em que as intervenções necessárias são de custos elevados. Segundo a Lei dos Cinco, proposta por Sitter, estes custos chegam a ser exponencial, como será explanado de maneira mais detalhada no capítulo 2.

1.1 Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal a vistoria predial nas fachadas, áreas comuns e cobertura do Bloco “E” da Superquadra Norte 405, e instruir trabalhos futuros para esclarecer as causas das manifestações patológicas encontradas e assim dar base para um plano de ação com intuito de restaurar o desempenho e a vida útil da edificação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O objetivo desse capítulo é dar ênfase aos conceitos que deram suporte à inspeção predial, análise dos resultados e conclusões.

2.1 Durabilidade, Desempenho, Vida Útil e Manutenção nas Edificações

A preocupação com a durabilidade das obras civis de estruturas de concreto armado praticamente não existia até a década de 1970, pois antes acreditava-se que o aço estava protegido dentro do concreto independente da classe de agressividade ambiental em que a estrutura estivesse sujeita, e as propriedades mecânicas, químicas e físicas mantinham inalteradas ao longo do tempo, (Fonseca,2007).

A medida que as estruturas de concreto envelheceram, problemas patológicos foram aparecendo e com isso a áurea de eterna das estrutura de concreto armado foi desfalecendo. Neste cenário conceito como durabilidade, desempenho e vida útil ganharam relevância.

No Brasil a reformulação da norma de Projeto de estrutura de concreto ,ABNT NBR 6118:2003, e a recém-lançada norma Edificações Habitacionais-Desempenho, ABNT NBR 15.575:2013, dão ênfase a durabilidade e desempenho das edificações.

Segundo CIB/W80 RILEM 71-PSL (1983), durabilidade é “a capacidade que um produto, componente ou construção possui de manter o seu desempenho acima de níveis mínimos especificados, de maneira a atender as exigências dos usuários, em cada situação”.

Segundo o EUROCODE N°0 (1990), a durabilidade das estruturas depende de alguns fatores inter-relacionados, estes são:

- O uso da edificação;
- Os critérios utilizados de projeto;
- As condições ambientais esperadas;
- A composição, propriedade e desempenho dos materiais empregados;
- As propriedades do solo;
- A escolha do sistema estrutural;
- O nível do detalhamento estrutural;
- A qualidade da mão de obra e controle de execução;
- As medidas particulares de proteção tomadas;
- A execução das manutenções durante a vida útil;

Como nos lembra a norma ABNT NBR 5674:2012, desempenho é a capacidade de edificação atender as necessidades dos usuários, segundo a mesma norma, as necessidades dos usuários para uma edificação são: segurança, saúde, conforto, adequação ao uso e economia, características necessárias para realização das atividades previstas em projeto.

Segundo Helene (1993) apud Andrade (2005), a vida útil de uma estrutura é o tempo em que a estrutura mantém o desempenho dentro dos limites mínimos de serviços sem alto custo de manutenção. O conceito de vida útil em 4 (quatro) partes, citadas abaixo e exemplificados pela Figura 2.1.:

- Vida útil de projeto: também pode ser chamada de período de iniciação, nessa fase os agentes agressivos (como exemplo, o CO_2 , íons cloretos, sulfatos e etc) ainda estão na faixa de cobertura do concreto, não tendo ocasionado nenhum dano efetivo a estrutura. A maioria das obras residenciais e comerciais possui vida útil de 50 (cinquenta anos), as obras de infraestrutura como barragens e pontes possuem períodos maiores de vida útil de projeto.
- Vida útil de serviço ou utilização: é nesse período que os danos causados pelos agentes agressivos começam a se manifestar, por exemplo, as manchas de corrosão no concreto e as fissuras causadas pelos ataques químicos ao concreto. Essa vida útil é variável, dependendo da edificação alguns tipos de manifestações patológicas não são admitidas, pode-se citar as manchas causadas pela lixiviação em uma estrutura de concreto aparente.
- Vida útil total: corresponde ao colapso total ou parcial da estrutura.
- Vida útil residual: é o período, contado depois de uma vistoria e/ou intervenção, no qual a estrutura consegue manter sua funcionalidade.

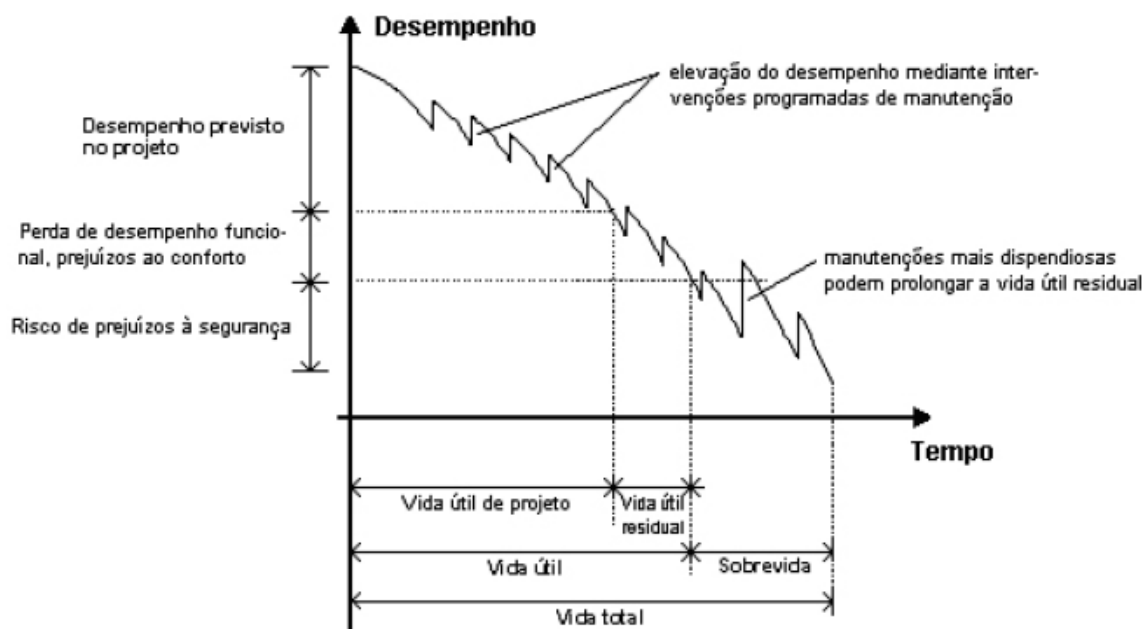


Figura 2.1 Vida útil total (ABNT Projeto 02:136.01-001/1)

O interessante para as edificações é ela se manter dentro da vida útil de projeto, faixa em que se mantém todo o desempenho desejado para edificação, sem ter um alto custo de manutenção.

A Tabela 2.1, produzido com base no Eurocode N°0 (1990), mostra a vida útil da estrutura das edificações com base na utilização da edificação.

Tabela 2.1- Vida útil em função da tipologia da estrutura modificado Eurocode N°0 (1990)

Categoria da vida útil	Vida útil prevista (em anos)	Exemplos
1	10	Estruturas temporárias
2	10 a 25	Partes de estruturas substituíveis
3	15 a 30	Estruturas envolvidas na agricultura
4	50	Estruturas de edificações
5	100	Edifícios monumentais e obras de infraestrutura

A medida que as edificações envelhecem, mesmo em edificações bem projetadas e construídas, seu desempenho e o período de vida útil decrescem, daí a importância de executar as manutenções preventivas periódicas de acordo com o previsto em projeto e com o desgaste dos vários materiais que compõe a edificação, com o objetivo de aumentar o desempenho e com isso o período em que a edificação permanecerá com o seu desempenho esperado em projeto (Moreira, 2007).

Manutenção de uma edificação pode ser entendida como conjunto de atividades periódicas, de obrigação dos usuários, afim de manter o desempenho da edificação durante a vida útil. Se esta atividade ocorrer com intuito de corrigir problemas oriundos por falhas em projeto, execução ou causado por danos acidentais, também será considerada manutenção (Moreira, 2007).

Existem dois tipos de manutenção a preventiva e a corretiva:

- Manutenção preventiva: ações técnicas, periódicas, baseadas em sintomas patológicos diagnosticados em inspeções prediais competentes, a fim de prevenir com antecedência falhas ou lesões (FIP, 1988).
- Manutenção corretiva: ações técnicas tomadas mediante o diagnóstico de problemas que causem mal desempenho ou afetem o intuito da edificação (Moreira, 2007).

Uma estrutura bem projetada e bem executada e com manutenção preventiva adequada não deverá haver a necessidade de manutenções corretivas (Fonseca, 2007).

A lei dos cinco de Sitter, a qual mostra que o custo das intervenções cresce em uma proporção geométrica de razão de 5 (cinco) a medida que o tempo aumenta, vem para mostrar a importância da manutenção preventiva, (Sitter, 1984 apud Helene, 1992).

A Figura 2.2, de acordo com Sitter, 1984 apud Fonseca, 2007. Mostra os custo de uma intervenção, por metros quadrados, dependendo da fase em que a estrutura se encontra.

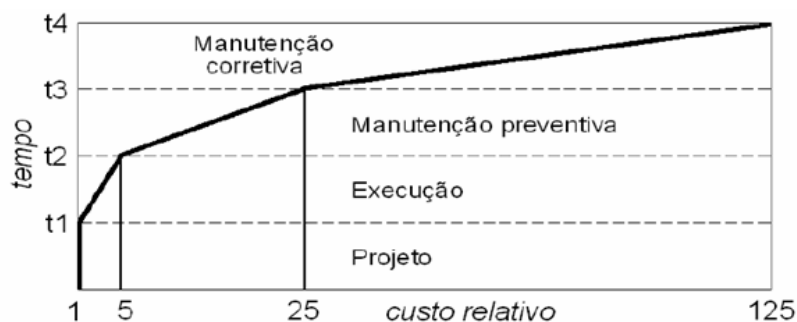


Figura 2.2 Lei de evolução de custos (Sitter, 1984 apud Helene, 1992)

- Na fase de projeto e execução custaria 1 (um) dólar.
- Na fase de manutenção preventiva 5 (cinco) dólares .
- Na manutenção corretiva 25 (vinte e cinco) dólares.
- Na fase de recuperação ou reforço 125 (cento e vinte e cinco dólares) dólares.

Inspeção predial de uso e manutenção é a verificação através de metodologia técnica do uso da edificação e para orientar as manutenções preventivas (ABNT NBR 15.575:2013). Também pode-se considerar a inspeção predial como uma observação in loco a fim de identificar o estado de conservação, patologias e suas causas e identificar as áreas que precisam de uma investigação mais profunda (Moreira, 2007). A Figura 2.3 exemplifica os pilares de uma vistoria.

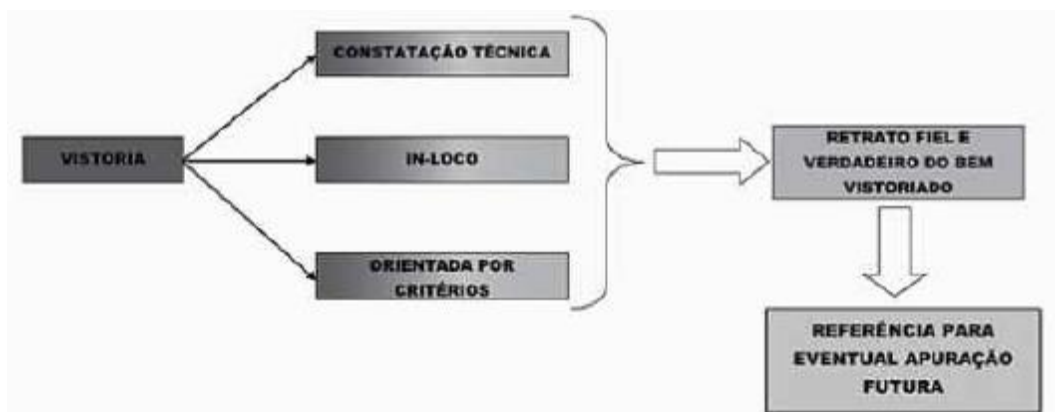


Figura 2.3 Síntese dos pilares de uma vistoria predial (Burin e Daniel, et al, 2009)

Em uma inspeção predial é aconselhável a busca do maior número possível de informação que possa caracterizar a edificação. A seguir, estão citados alguns procedimentos que podem ajudar nesse processo.

Pesquisa histórica: tem como objetivo levantar dados, através dos registros disponíveis como projetos, memórias de cálculo, diário de obras, laudos de sondagem, bibliografias, fotos, atas e convenções de condomínio, que caracterizem o edifício (identificar datas, profissionais envolvidos, métodos executivos, modificações na estrutura ou no modo de uso, ocorrência de manutenções ou reparos) a fim de esclarecer os acontecimentos que levaram a

estrutura ao seu estado atual de conservação. É importante ressaltar a inexistência de muitos registros da obra, o que dificulta e onera eventuais trabalhos de manutenção, reparo e reforço.

Anamnese: entrevista com os envolvidos na obra (projetistas, construtor, operários e etc) e com os envolvidos no uso da edificação (moradores, vizinhos, funcionários da edificação e etc).

Relatório da visita in loco: registros fotográficos e croquis são importantes instrumentos para registrar as manifestações patológicas existentes, dando ênfase, aos padrões de fissuração e ao deslocamento do cobrimento da peça de concreto (afim de detectar altas tensões de tração), a presença de esmagamento do concreto (altas tensões de compressão). As irregularidades geométricas podem ajudar a detectar modificações na concepção estrutural ou descontinuidade nas fases construtivas (Moreira, 2007).

Algumas vezes, apenas as inspeções prediais não são suficientes para detectar a causa da manifestação patológica, sendo necessária a realização de ensaios para sanar as dúvidas existentes.

A Tabela 2.2, resume os ensaios que são utilizados com frequência nas obras de concreto armado (Mota, 2009).

Tabela 2.2 Principais ensaios, realizados em laboratório, em obras de concreto armado (Notas de aula da pós-graduação do departamento de engenharia civil da Universidade de Brasília).

In Loco	Avaliação de permeabilidade	Aplicação de água sobre pressão (medição da quantidade de água que penetra)
	Avaliação da homogeneidade do concreto	Esclerometria
		Ultrasonografia (velocidade de propagação de ondas de frequência de 20hz)
	Avaliação da resistência do concreto	Extração de corpos de prova
	Estrutura interna dos elementos de concreto	Ultrasonografia (fissuras, brocas, etc)
		Gamagrafia (impressão de radiação gama em um fotográfico)
		Raio X (impressão de ondas eletromagneticas em um filme fotográfico)
	Avaliação das deformações da estrutura	Prova de carga (Aplicação de cargas à estrutura e medida das deformações correspondentes)
	Avaliação da aderência revestimento-base	Sonometria
	Avaliação da corrosão interna e incrustamento das tubulações	Endoscopia (passagem de sondas através de tubulações)
	Avaliação de conforto higrométrico	Termometria (Medida da temperatura ao longo do tempo)
		Higrometria (Medida da umidade ao longo do tempo)
		Anemometria (medida da velocidade do vento ao longo do tempo)
Em Laboratório	Determinação das propriedades físicas de materiais e componentes	Medidas acústicas
		Medidas luminosas
		Levantamento da curva tensão-deformação, módulo de elasticidade, deformação residual
		Medida de resistência mecânica (flexão, compressão, tração, impacto, abrasão)
		Medida de aderência
	Caracterização química dos materiais	Medida de permeabilidade, absorção de água, massa específica)
		Determinação da condutibilidade térmica, coeficiente de dilatação, da condutibilidade elétrica)
		Análise química elementar:
		-via úmida
		-via instrumental (raio-x, fotometria de chamas, absorção atômica)
		Análise química dos compostos
		Determinação por instrumentos em base nas propriedades físicas das substâncias (difração de raio-x, análise térmicas, espectrometria no infravermelho)
		Análise de microestrutura baseada na morfologia da substância (lupa, microscópio eletrônico de varredura de transmissão)

Segundo a ABNT NBR 6118:2003, um manual de manutenção, inspeção e utilização, que especifique de forma clara e sucinta os requisitos essenciais de uso e manutenção, afim de se manter a vida útil prevista da estrutura, deve ser entregue aos usuários.

As manifestações patológicas ocorrem em um processo gradativo, na sua fase de iniciação, ela é difícil de ser detectada, principalmente pelo os leigos na área da engenharia civil, que são a maioria dos usuários da edificação.

Conforme o gráfico da Figura 2.4, podem-se definir as manifestações patológicas em duas fases:



Figura 2.4 Fases das Manifestações Patológicas (Mota,2009)

- Fase de iniciação: fase essa em que os agentes agressivos estão presentes e atuantes mas suas manifestações não são visíveis .
- Fase de propagação: a deterioração aumenta rapidamente em função da ação conjunta dos agentes agressivos: água, oxigênio, dióxido de carbono e etc.

Quanto antes forem identificadas as manifestações patológicas, menores serão os danos e os custos, como mostrado anteriormente pela lei de Sitter, por isso a importância das vistorias periódicas realizadas por profissionais capacitados.

Segundo (Moreira, 2007), os principais objetivos da inspeção são a identificação de danos e deterioração da estrutura, determinar se o fenômeno ainda está em processo, julgar se a risco eminente a segurança dos usuários e caracterizar a agressividade ambiental.

Será apresentada, a seguir, a metodologia que a Federação Internacional da Protensão (FIP, 1988), apresenta sobre os intervalos entre as inspeções prediais. Nela, o intervalo depende da categoria e classe da edificação, combinadas com a agressividade do meio ambiente e o carregamento da estrutura, da seguinte maneira:

Categoria de inspeção:

- Rotineira: Inspeção em intervalos regulares, com planilhas elaboradas pelos responsáveis pelo projeto e manutenção.
- Extensiva: Inspeção, regular, mais minuciosa em relação as características dos materiais e os elementos da edificação. Deve ser realizada alternadamente com a rotineira.
- Especial: Inspeção motivada por alguma verificação em inspeções rotineiras e/ou extensivas ou por algum acidente.

Classe das estruturas:

- Classe 1: estruturas que a sua ruptura significaria consequências catastróficas, ou a interrupção de funcionamento gera enormes transtornos para a sociedade.
- Classe 2: estruturas em que o colapso possa ceifar vidas ou a estrutura é considerada importante para a sociedade.
- Classe 3: estruturas as quais o colapso, dificilmente, significaria perda de vidas e ou um período sem funcionalidade é tolerável a sociedade.

Tipo de classificação ambiental e carregamento:

- Muito severa: ambiente agressivo e carregamentos cíclicos.
- Severa: ambiente agressivo e carregamento estático ou ambiente normal e carregamento cíclico.
- Normal: ambiente normal e carregamento estático.

A Tabela 2.3 mostra o intervalo da inspeção conforme a classificação ambiental e o carregamento.

Tabela 2.3- Intervalo ente inspeções, em anos (FIP,1988)

Condições ambientais e de carregamento	Classes de Estruturas					
	1		2		3	
	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva	Inspeção Rotineira	Inspeção Extensiva
Muito Severa	2*	2	6*	6	10*	10
Severa	6*	6	10*	10	10*	-
Normal	10*	10	10*	-	**	**

* intercalada entre inspeções extensivas, ** apenas inspeções superficiais.

2.2 Patologias

Como salientam Andrade e Silva (2005), “O termo patologia é empregado na engenharia civil quando ocorre perda ou queda de desempenho de um produto ou componente da estrutura.” Esse termo tem origem grega, (phatos, doença, e lógos, estudo), ou seja, estudo das doenças, esse termo é muito utilizado e conhecido nas áreas de Ciência biológica.

Com base em Cánovas apud Andrade e Silva (2005), serão apresentados abaixo conceitos utilizados na prática.

- Anomalia ou sintoma: indicação de ocorrência de defeito.
- Defeito: a não conformidade de alguma característica do material, em relação a sua especificação. Não necessariamente, um defeito resulta em falha.
- Falha: irregularidade que possa resultar em perda de desempenho da estrutura.
- Reparo: ação que visa devolver a algum elemento ou a estrutura sua condição de estabilidade prevista em projeto, reduzida ao longo do tempo de utilização.

- Reforço: técnica empregada quando se deseja aumentar a capacidade de suporte da estrutura prevista em projeto.

A Tabela 2.4, mostra as principais causas de patologias em estruturas de concreto, em vários países e em épocas distintas (Souza e Ripper, 1998).

Tabela 2.4- Causa dos problemas patológicos em estruturas de concreto (Souza e Ripper, 1998)

	Causas dos problemas patológicos em estruturas de Concreto			
Fonte de Pesquisa	Concepção e Projeto	Materiais	Execução	Utilização e Outras
Edward Grunau (Paulo Helene,1992)	44	18	28	10
D.E.Allen (Canadá,1979)	55	49		
C.S.T.C (Bélgica) Verçoza (1991)	46	15	22	17
C.E.B Boletim 157 (1982)	50	40		10
Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado Verçoza (1991)	18	6	52	24
B.R.E.A.S (Reino Unido,1972)	58	12	35	11
Bureau Securitas (1972)	88			12
E.N.R (U.S.A) (1968-1979)	9	6	75	10
S.I.A (Suíça) (1979)	46		44	10
Dov Kaminetzky (1991)	51	40		16
Jean Blévot (França,1991)	35		65	
L.E.M.I.T (Venezuela) (1965-1975)	19	5	57	19

Analisando o gráfico percebe-se que não existe um conceito em qual causa é a maior responsável pelas patologias – pelo fato das pesquisas terem sido feitas em regiões diferentes ou como nos lembra Souza e Ripper (1998), por ainda existirem lacunas na classificação das origens dos problemas patológicos, o fato é: Projeto e execução são as principais causas de patologia nas estruturas de concreto armado.

2.3 Causas da Deteriorização das Estruturas de Concreto Armado

Ao se avaliar uma estrutura que apresenta sintomas patológicos é necessário conhecer as causas antes de se dar um diagnóstico. As causas podem ser divididas em dois grandes grupos: causas intrínsecas e causas extrínsecas (Souza e Ripper, 1998).

2.3.1 Causas Intrínsecas

São consideradas como causas intrínsecas as originadas nas peças estruturais e nos materiais que as compõem, por falhas humanas na execução ou na manutenção; causas pelas propriedades dos materiais, como sensibilidade ao meio ambiente e aos esforços solicitantes (Souza e Ripper, 1998). A tabela 2.5 sintetiza as causas intrínseca.

Tabela 2.5- Causas Intrínseca (Souza e Ripper,1998)

Falhas Humana durante a construção	Deficiências de concretagem	Transporte, lançamento, juntas de concretagem, adensamento e cura
	Inadequação de escoramento e fôrmas	
	Deficiência nas armaduras	Má interpretação dos projetos, insuficiência de armaduras, mau posicionamento das armaduras, cobrimento de concreto insuficiente, dobramento inadequado das barras, deficiências na ancoragem, deficiência nas emendas, má utilização de anticorrosivos
	Utilização incorreta dos materiais de construção	Fck inferior ao especificado, aço diferente do especificado, solo com características diferentes, utilização de agregados reativos, utilização inadequada de aditivos, dosagem inadequada do concreto
	Inexistência de controle de qualidade	
Falhas humanas durante a utilização (ausência de manutenção)		
Causas naturais	Causas próprias à estrutura porosa do concreto	
	Causas químicas	Reações internas ao concreto, expansibilidade de certos constituintes do cimento, presença de cloretos, presença de ácidos e sais, presença de anidrido carbônico, presença de água, elevação da temperatura interna do concreto
	Causas físicas	Variação da temperatura, insolação, vento e água
	Causas biológicas	

2.3.2 Causas Extrínsecas

As causas extrínsecas independem da execução ou das propriedades dos materiais empregados nela. Podem ser causadas por falhas humanas em projetos, ou em utilização, choques mecânicos e ataques físicos do meio ambiente (Souza e Ripper, 1998). A tabela 2.6 sintetiza as causas extrínseca.

Tabela 2.6- Causas Extrínseca (Souza e Ripper, 1998)

Falhas humanas durante o projeto	<i>Modelização inadequada das cargas, má avaliação das cargas, detalhamento errado ou insuficiente, inadequação ao ambiente, incorreção na interação solo-estrutura, incorreção na consideração de junta de dilatação</i>
Falhas humanas durante a utilização	<i>Alterações estruturais, sobrecargas exageradas, alteração das condições do terreno de fundação</i>
Ações mecânicas	<i>Choque de veículos, recalque de fundações, acidentes (ações imprevisíveis)</i>
Ações físicas	<i>Variação de temperatura, insolação, atuação de água</i>
Ações químicas	
Ações biológicas	

2.4 Processos de Deterioração

Qualquer que seja a causa da falha, intrínseca ou extrínseca, elas na maioria dos casos, não causam risco eminente na estabilidade global da estrutura, porém elas, por meio das fissuras e dos mecanismos de transporte, facilitam a entrada de mecanismo de ataque, físicos, químicos ou biológicos na estrutura, afetando a durabilidade da mesma.

A Figura 2.5 mostra as principais falhas que ocorreram em edificações e a representação do custo de cada uma dessas falhas.

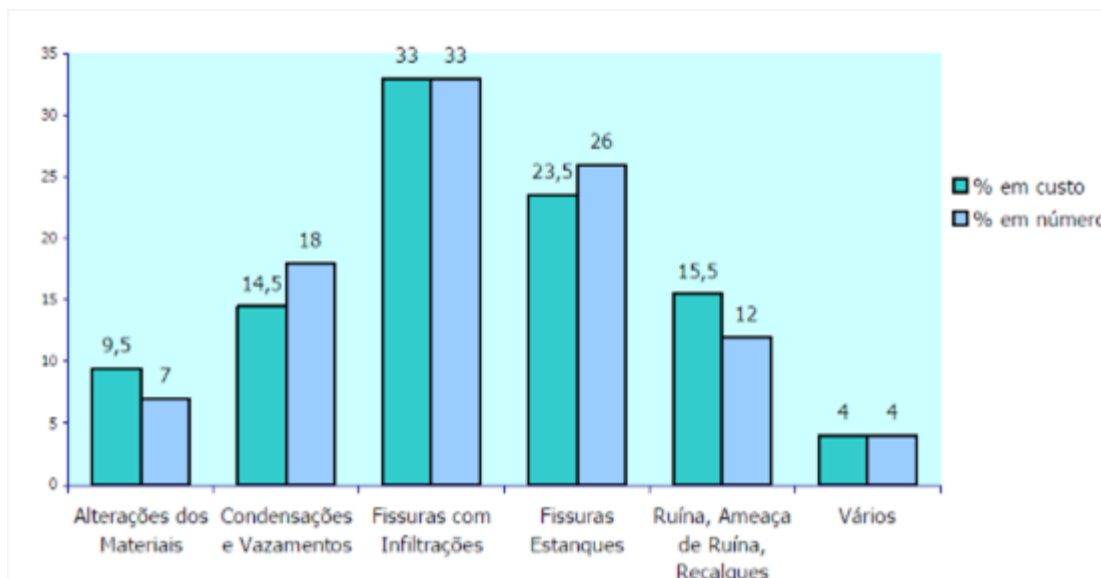


Figura 2.5 Falhas segundo os danos produzidos (Bureau Securitas, 1972 apud Pantoja, 2013)

Nas estruturas de concreto armado pode-se destacar os seguintes mecanismos de transportes de agentes agressores para o interior da massa de concreto: permeabilidade, absorção capilar, difusão e migração iônica.

2.4.1 Permeabilidade

Segundo Mehta e Monteiro (1994), permeabilidade é a propriedade que rege o fluxo de fluidos para o interior de um sólido poroso. Souza e Ripper (1998), afirmam que “O entendimento do concreto não como um sólido, mas como um pseudo-sólido, de células porosas e gelatinosas, é fundamental para que se possa projetar e construir estruturas duráveis”.

No processo de fabricação do concreto, se faz a utilização de uma quantidade maior de água do que a necessária para se hidratar. O excesso de água tende a migrar a superfície produzindo uma rede de poros, pode-se somar o fato da diminuição de volume da água e do cimento quando os dois materiais reagem, a incorporação de ar durante a mistura também produzem poros (Barin, 2008).

Com o intuito de se minimizar a entrada de agentes agressivos ao concreto armado e aumentar sua durabilidade, a diminuição da porosidade do concreto é fundamental. Por isso a importância de um concreto com baixa relação água/cimento, bem lançado e vibrado e com boa cura.

2.4.2 Absorção capilar

Nas estruturas porosas, os poros exercem uma força de atração sobre os líquidos que estão em contato com a superfície. No concreto, os poros capilares exercem uma força de atração sobre as moléculas do líquido que estão na superfície, estas por sua vez atraem as moléculas líquidas inferiores, isso faz com que as moléculas se desloquem até mesmo na vertical, até que a força de atração dos capilares se iguale ao peso do líquido. A força de

atração é indiretamente proporcional ao tamanho dos poros do concreto, quanto menor for os poros, maior será a força de atração. Além do tamanho dos poros, outro fator que influencia a absorção capilar é a continuidade dos poros, a intercomunicação entre eles torna um fácil caminho para agentes agressivos ao concreto (Barin, 2008).

Pelo fato de que a penetração de água no interior do concreto no ensaio de absorção capilar ser cerca de um milhão de vezes maior se comparamos com a penetração de água no ensaio de permeabilidade, Camarini (1999), afirma que a determinação da absorção é mais importante do que a permeabilidade, quando se trata do estudo da durabilidade do concreto.

As estruturas de concreto armado estão sujeitas a ciclos de molhagens e secagens, como a absorção capilar transporta fluidos em meios não saturados, essa propriedade está diretamente ligada ao transporte de águas e outros agentes agressivos para o concreto (Barin, 2008).

Helene (1993), afirma a absorção como uma propriedade que rege o fluxo de íons para o interior do concreto.

2.4.3 Difusão

Pode-se resumir o processo de difusão como o deslocamento de gás devido a diferença do gradiente de concentração, no concreto em função da umidade relativa do ar e da porosidade da pasta de cimento (Cascudo, 1997).

2.4.4 Migração iônica

De uma maneira resumida, a migração iônica é o fluxo de íons motivados por campos elétricos. No concreto armado o campo elétrico é gerado pela corrente elétrica do processo eletroquímico da corrosão do aço (Cascudo, 1997).

2.5 Umidade

A maioria dos problemas da edificação estão relacionados com a presença de umidade excessiva, segundo (Mehta apud Souza e Ripper, 1998) “a impermeabilidade do concreto deve ser a primeira linha de defesa contra qualquer processo físico-químico de deterioração”.

De acordo com Verçoza (apud Souza 2008), não pode-se classificar a umidade como sendo apenas uma patologia, visto que ela é condição necessária para que outras patologias ocorram em uma edificação.

Como a maioria dos problemas patológicos estão ligados a presença de umidade é interessante entender a origem da mesma.

A seguir estão listados as principais causas de umidade nas edificações (Souza,2008).

- Umidade de infiltração: proveniente da infiltração da águas das chuvas através dos elementos da fachada.

- Umidade de condensação: oriunda do vapor de água que se condensa na superfície;
- Umidade accidental: oriunda de vazamento na rede de distribuição e ou coleta de água pluviais;
- Umidade de absorção e capilaridade: oriunda da absorção da água do solo pela fundação.

Segundo Souza (2008), os danos, mais comuns, causados nas edificações por umidade são decorrentes da penetração de água ou pela formação de manchas de umidade. Pode-se citar como danos graves causados por esses tipos de umidade:

- Desconforto aos usuários, em alguns casos podem causar prejuízos a saúde dos usuários, por exemplo, rinites alérgicas e asma;
- Danos estéticos e funcionais;
- Danos a equipamentos e bens presentes no interior do edifício.

2.6 Ataques Químicos

Estas são algumas patologias causadas por agentes químicos:

2.6.1 Carbonatação

Em um relatório de inspeção predial realizadas em 27 (vinte e sete) escolas públicas da cidade de São Paulo, foi constatado que em 96% dessas escolas apresentavam danos de corrosão ligados a carbonatação do concreto (Levy, Helene, 2000).

A velocidade em que a carbonatação ocorre é diretamente proporcional a temperatura ambiente, umidade relativa do ar, porosidade do concreto e a umidade do concreto. O CO₂ não consegue reagir com os componentes alcalinos do concreto estando este seco, ou reage de maneira lenta com o concreto saturado. A maior velocidade de carbonatação ocorre quando o concreto se encontra com a umidade nos poros está entre 50 a 80% (Granato,2012).

O anidrito carbônico na atmosfera entra no concreto por difusão nos poros e reagem com o hidróxido de cálcio, presente na água do concreto, formando carbonato de cálcio, levando a uma redução do pH do concreto (Souza e Ripper 1998). A Figura 2.6 exemplifica uma peça de concreto armado carbonatada.

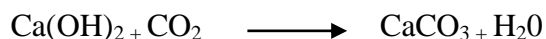


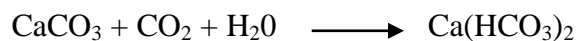


Figura 2.6 -Exemplo de uma peça de concreto armado carbonatada (Mota, 2009)

2.6.2 Eflorescência

Oliveira e Souza,(2003), analisaram 541 (quinhentos e quarenta e um) laudos de vistoria do município do Rio de Janeiro e verificaram que em 72,22% dos casos de eflorescência resultaram em corrosão da armadura. Esse fato ilustra a dimensão dos problemas ligados a carbonatação e eflorescência.

O carbonato de cálcio em presença de CO_2 e água evolui para bicarbonato, um produto solúvel em água.



Quando existe percolação de água no interior do concreto, ocorre uma lixiviação bicarbonato de cálcio, este quando entra em contato com o ar evapora e causa as manchas esbranquiçadas na superfície, o sinal típico mais conhecido da eflorescência (Granato, 2012). A Figura 2.7 mostra eflorescência em blocos de concreto.



Figura 2.7 Eflorescência em alvenaria de blocos de concreto

2.6.3 Cloretos

São várias as origens dos íons cloretos no concreto armado: aditivos acelerados ou retardadores de pega, agregados ou água de amassamento contaminadas, migração de íons cloreto, principalmente em regiões beira-mar, produtos de limpeza que possuem em sua fórmula ácido muriático.

O íon cloreto (Cl^-) é um agente despassivador da camada de proteção do aço no concreto armado, bastante comum. Além de destruir a camada passivadora ele diminui a resistividade do aço, logo a presença desses íons tende a ser um facilitador para a corrosão do aço (Gemelli, Beling, 2008).

Na literatura não há um consenso sobre os níveis de íons cloretos que são prejudiciais ao aço, a maioria das normas regulamenta 0,4 % do peso de cimento (Souza e Ripper, 1998). Gemelli, Beling (2008), afirmam que pequenos valores concentrados de íons cloretos podem ser mais prejudiciais do que altos teores homogeneamente distribuídos na massa de cimento. Ocorre casos de estruturas de concreto armado com processo de corrosão, em que o teor de cloreto medido é apenas de 0,3% da massa de cimento.

Os sinais típicos da contaminação por cloretos são fissuras sobre a armadura, criação de fungos e manchas no concreto, oriundas da retenção de umidade (Moreira, 2007). Na Figura 2.8, uma laje atacada por cloretos.

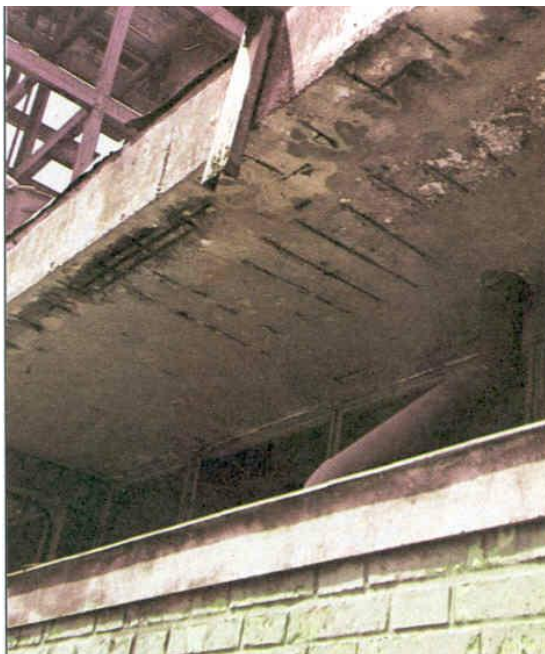


Figura 2.8 Laje de concreto armada atacada por cloreto

2.6.4 Corrosão eletroquímica

A corrosão é uma patologia das estruturas de concreto armado muito onerosa. Como nos lembra Bolina, Carvalho, et al (2007), nos Estados Unidos o custo chega a 3,1% do PIB, ou seja, US\$ 276 bilhões, no Brasil é de aproximadamente 3,5% do PIB.

A corrosão metálica, em meio aquoso, é um processo eletroquímico de reações de oxidação e redução, com geração de corrente elétrica através do metal e corrente iônica por meio dos íons, formando um circuito fechado (Carmona, 2005).

Ainda segundo Carmona (2005), para um metal imerso em meio aquoso existe 3 (três) zonas: imunidade, passivação e corrosão. Quando o metal está na zona de imunidade, não importa o pH do meio, ele estará protegido da corrosão. Na zona de passivação o metal imerso por uma camada óxidos e hidróxidos, que atua como proteção contra a corrosão. Já na zona de corrosão, o pH e o potencial eletroquímico estão favoráveis para que a proteção os óxidos e hidróxidos não seja mais estáveis e a corrosão tome lugar.

No concreto armado, a camada de passivação do aço é conferida pelo pH do concreto que varia entre 12,5 a 13,5. Esse pH é fruto, principalmente, da hidratação do cimento que gera o hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2).

Andrade (1992), afirma que os dois principais agentes agressivos, os quais promovem a despassivação no concreto armado são a carbonatação do concreto e a presença de íons cloreto (Cl^-). Além dos dois principais existem outros mecanismos como águas ácidas, fungos, fissuras, reações expansivas causadas por sulfatos. A Figura 2.9 mostra os efeitos da despassivação da armadura.

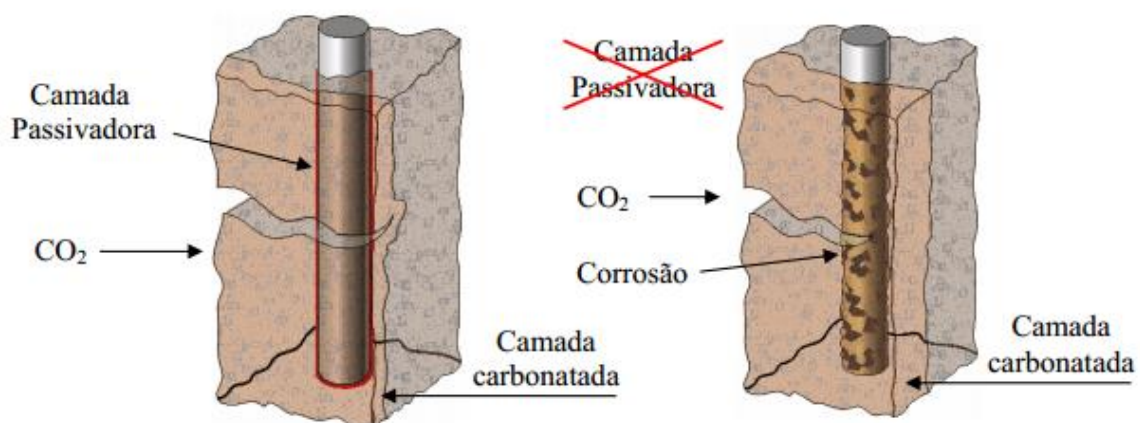


Figura 2.9 Carbonatação despassivando o concreto (Carmona, 2005)

Segundo (Moreira 2007), a corrosão eletroquímica no concreto armado é um processo físico-químico, o qual gera óxidos e hidróxidos de ferro, produtos de volume muito maior que o volume original do aço, criando tensões de tração no concreto. Essas tensões geram fissuração e a perda de cobrimento da armação. Granato (2012), afirma que a corrosão também pode fazer com que a aderência entre o aço e o concreto desapareça.

Os sinais típicos de corrosão em estruturas de concreto armado são as manchas de óxido na superfície do concreto, fissuras paralelas a direção dos esforços, delaminação e/ou lascamento do cobrimento do concreto. (Helene, 1993). Na figura 2.10, uma viga em processo de corrosão.



Figura 2.10 Corrosão na armadura

2.7 Ataques Biológicos

Nas fissuras ou em grande poros do concreto, fungos, algas, raízes de plantas podem se instalar no concreto e gerar anidrido carbônico, levando a um ataque químico.

O mais importante e comum dos ataques biológicos ao concreto ocorre quando os sulfetos na forma de gás sulfídrico, H_2S , dissolvido na água, na presença de bactérias anaeróbicas entra em contato com o cálcio do cimento Portland e forma sulfureto de cálcio, descalcificando a pasta de cimento (Souza e Ripper, 1998). A Figura 2.11 exemplifica líquens e bolor em uma marquise



Figura 2.11 Ataque biológico na marquise

2.8 Fissuras

O estudo das fissuras em obras de concreto armado tem sua importância devido a 3 (três) aspectos: aviso de algum problema relacionado a estabilidade da estrutura; prejudicar o desempenho em serviço da estrutura, visto que compromete a durabilidade, estanqueidade à água, acústica etc; e o constrangimento psicológico sobre os usuários (Thomas, 1989).

A fissuração é inerente as obras de concreto armado. Como a norma brasileira de estrutura de concreto armado, ABNT NBR 6118/2003 nos diz: “A fissuração em elementos estruturais de concreto armado é inevitável, devido à grande variabilidade e à baixa resistência do concreto à tração; mesmo sob as ações de serviço (utilização), valores críticos de tensões de tração são atingidos”.

Porém a mesma norma ressalta que a abertura máxima dessas fissuras não deve exceder valores na ordem de 0,2 a 0,4 mm, para que em estruturas, bem projetadas e construídas, com seu uso em acordo com o projeto, não tenham perda de durabilidade ou segurança.

- As fissuras podem ocorrer no concreto em seu estado fresco, antes do início da pega, processo que varia entre 1 (uma) a 12 (doze) horas dependendo das condições ambientais e ou em seu estado endurecido, depois da pega.

2.8.1 Fissuras no concreto fresco

Molin (1988) salienta as principais causas de fissuras no concreto em seu estado fresco:

- Assentamento plástico: causado pela falta de homogeneidade no assentamento do concreto, devido a algum obstáculo restringir a ação da força da gravidade (Souza, Ripper, 1998).
- Retração plástica: causada pela rápida evaporação da água de amassamento ocorre quando a velocidade de evaporação da água de amassamento é mais rápida do que a percolação de água até a superfície do concreto, exsudação.
- Movimentação de formas: devido a avaliação incorretas de cargas, falhas no projeto e execução do escoramento, retirada precoce do cimbramento.

2.8.2 Fissuras no concreto endurecido

As fissuras que ocorrem no concreto armado em seu estado endurecido, depois da pega, são, geralmente, oriundas de fenômenos físicos, químicos ou estruturais. Podem aparecer logo depois da pega ou anos depois (Molin, 1988).

Nesse tópico, encontra-se, resumidamente, as fissuras mais comuns encontradas no concreto endurecido:

2.8.2.1 Fissuras provocadas por movimentos térmicos

Os materiais expostos a variação de temperatura, sazonais e diárias, tendem a dilatar e a contrair. Os vínculos da estrutura restringem esses movimentos gerando tensões que podem levar a formação de fissuras (Thomaz, 1989).

2.8.2.2 Fissuras provocadas pela variação da umidade

As variações higroscópica, como nos lembra Thomaz (1989), induzem variações dimensionais nos poros dos materiais, fazendo com que esses se expandam e contraiam a medida que a umidade aumente ou diminua, respectivamente, se existir algum vínculo que restrinja esses movimentos pode levar ao aparecimento de fissuras. Essas fissuras facilitam o ataque de substâncias agressivas ao aço e o concreto.

2.8.2.3 Fissuras provocadas pela sobrecarga na estrutura

Sempre que a tensão de tração do concreto for superada pelo esforço solicitante-seja por uma deficiência de projeto (na consideração dos esforços solicitantes, no cálculo da fissuração e flecha aceitáveis, no detalhamento de armação), por erros de execução ou por má utilização da estrutura (os usuários submetem a estrutura a esforços solicitantes maiores do que previa na concepção inicial da estrutura), as fissuras ocorrerão (Molin, 1988).

2.8.2.4 Fissuras provocadas pela retração do concreto endurecido

Segundo Thomas (1989), existe três tipos de retração do concreto endurecido. São eles:

- Retração química: a reação química entre o cimento e água faz com que o volume de água diminua cerca de 25% do volume original.
- Retração de secagem: depois do endurecimento do concreto, parte da água de amassamento continua na massa de concreto, com o tempo esta vai se evaporando gerando uma redução de volume.
- Retração provocada pela carbonatação: na hidratação do cimento é produzida cal hidratada que reage com o anidrido carbônico presente no ar produzindo carbonato de cálcio. Essa reação gera redução de volume.

As reduções do volume de água geram tensões de compressão no concreto. Se houverem oposições a esse movimento, seja vínculos estruturais ou a própria armação, não levados em consideração no projeto ou na execução, as trincas ocorrerão (Souza e Ripper, 1998)

2.8.2.4 Fissuras causadas pela corrosão da armação

O óxido e hidróxido de ferro, gerados na reação eletroquímica de corrosão do aço, produzem gases que ocupam um volume cerca de seis vezes maior do que o volume corroído

das armaduras , esse aumento de volume produz tensões de tração de aproximadamente 15 MPa no concreto (Cánovas apud Moreira,2007).

2.8.2.5 Fissuras causadas por recalque de fundação

Os solos se deformam sobre a ação de cargas externas, gerando recalques na estrutura. O cálculo desses recalques é difícil de determinar com exatidão, pois como nos lembra Golombek, quando se trata de solos, na pratica a teoria é outra, devido a heterogeneidade do solo seja na vertical ou na horizontal, e na dificuldade de se obter, mesmo com as sondagens e demais ensaios, 100% das características do solo.

Vários autores- como Skempton, Simons, Menzies, MacDonald- lançaram trabalhos relacionados ao cálculo de recalques totais máximo, recalques que são mais previsíveis do que os recalques diferenciais. Com proposições, Skempton e MacDonald relacionaram os recalques totais admissíveis com a distorção angular, recalque de dois pontos diferente da fundação dividido pelo espaçamento horizontal entre elas. As distorções angulares e os recalques diferenciais causam tensões de cisalhamento prejudiciais a estrutura.

2.8.3 Tipologia das fissuras

As tipologias das fissuras são variadas, como não será objetivo desse trabalho a classificação das fissuras, nesse tópico apresenta-se apenas um breve resumo sobre a tipologia das fissuras.

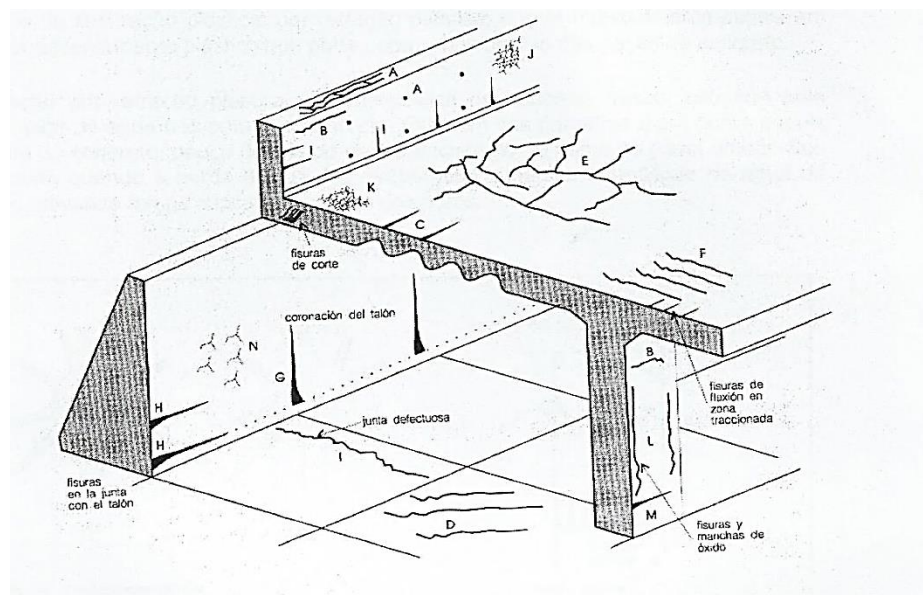


Figura 2.11 Tipologia fissuras intrínsecas (Concrete Society apud Granato,2012)

A Tabela 2.7 com base no informe técnico número 22 (vinte e dois) da Concrete Society, exemplifica as tipologias apresentadas na figura 2.11

Tabela 2.7 Classificação das fissuras , apresntadas na figura 2.11, (Granato,2012)

Posição na figura	Tipologia	Local usual
A	Assentamento plástico	sobre as armaduras
B		parte superior dos pilares
C		Lajes aligeradas
D	Retração Plástica	Pavimentos e placas
E		Lajes
F		Lajes
G	Origem térmica	Muro espesso
H		Placas espessas
I	Retração de longo prazo	Placas delgadas e muros
J	Acabamento	Concreto aparente
K		Placas
L	Corrosão de armadura	Suporte e vigas
M		Concreto
N	Reação álcali agregado	Locais úmidos

3 METODOLOGIA ADOTADA

3.1 Escolha do Edifício

Para escolher o edifício, o qual, este trabalho teve ênfase, as seguintes etapas foram seguidas:

1ª Etapa: Foi realizada uma seleção dos edifícios localizados nas superquadras 400, tomando-se como referência Ferreira e Gorovitz (2009), que selecionaram projetos dos blocos das superquadras, os quais julgaram ser relevantes, com base na disponibilidade de documentação (plantas, cortes, fachadas, fotos); projetos que respeitaram as normas urbanísticas (gabarito das projeções, pilotis com livre circulação, a não utilização da cobertura); projetos que foram assinados por autores do início da construção de Brasília (1957/1970); projetos arquitetônicos de outras épocas, mas que respeitaram os critérios anteriores.

2ª Etapa: A segunda etapa consistiu na realização das visitas aos edifícios selecionados na primeira etapa, nesta etapa foram observados o grau de deterioração aparente dos edifícios e a manutenção dos aspectos originais do projeto.

3ª Etapa: Na terceira foi levada em consideração a cooperação do condomínio, em relação ao livre acesso ao espaço físico do edifício e a documentos.

Ao final das 3 (três) etapas, o edifício escolhido foi o Bloco “E” da Super Quadra Norte 405, por compartilhar o mesmo projeto com outros 60 edifícios, um número incomum mesmo em Brasília, cidade onde se compartilham muitos projetos residências, principalmente projetos dos anos de (1957/1970) e apresentar um grau de deterioração aparente elevado, manter os aspectos originais de projeto arquitetônico, e o condomínio ter cooperado com esse projeto.

3.2 Investigação

Faz parte da investigação a pesquisa histórica e a inspeção predial.

3.2.1 Pesquisa Histórica

A pesquisa histórica teve como base a bibliografia que relata o histórico dos projetos urbanísticos das superquadras (Machado, 2007) e dados das edificações presentes nelas (Ferreira e Gorovitz, 2009). Também foram primordiais as atas do condomínio do edifício estudado, mesmo que, infelizmente, não pudéssemos ter acesso a todas as atas de condomínio. A anamnese com a síndica foi de grande ajuda para esclarecer as reformas e reparos que não constam nas atas. Os projetos da edificação não estão presentes nos registros da administração de Brasília, o único projeto disponível é a planta baixa do “as-built” dos pavimentos, que está anexada no final deste trabalho.

3.2.2 Vistoria Predial

Na inspeção predial, foram utilizados croquis e um relatório fotográfico para registrar as manifestações patológicas apresentadas na edificação, bem como a trena para averiguar a exata localização de algumas manifestações patológicas. Anamnese com a síndica, zelador e moradores.

3.3 Resultados

Dividiu-se a vistoria em 04 (quatro) grupos: fachadas, áreas internas, cobertura e pilotis. Os grupos fachadas e áreas internas foram divididos em subgrupos, a saber: fachada Norte, Sul, Leste e Oeste, de acordo com a orientação solar, e no caso das áreas internas de acordo com a entrada das 04 (quatro) prumadas.

Os resultados representativos de cada manifestação patológica, apresentados a seguir em porcentagem para cada grupo e subgrupo, foi levantado através da somatória do número de cada manifestação dividido pelo somatório total das manifestações encontradas em seus respectivos grupos e subgrupos e também pela área representativa de cada manifestação em relação ao somatório das áreas afetadas por manifestações patológicas no croqui, em anexo, utilizando o software AutoCad 2013. Não houve divergência entre os resultados apresentados pelos dois métodos.

4. ESTUDO DE CASO: HISTÓRICO E INTERVENÇÕES RELEVANTES

Neste tópico, abordaremos a concepção das Superquadras 400 do Plano Piloto de Brasília e as modificações do Bloco “E” da Superquadra 405 Norte.

4.1 Histórico das Superquadras do Plano Piloto de Brasília

Abaixo, as ideias que influenciaram o Plano Piloto de Brasília

4.1.1 Conceitos Urbanísticos

Quando o urbanista Lúcio Costa projetou as superquadras, dois conceitos foram fundamentais: Cidade Jardim e Unidades de Vizinhança (Ferreira e Gorovitz;2009).

Na Inglaterra no século XIX, houve um inchaço populacional, em decorrência do grande êxodo rural motivado pelos camponeses que saíam do campo para trabalhar nas fabricas da segunda revolução industrial. Esses trabalhadores viviam de maneira lastimável, em ambientes sem luz, renovação de ar, área verde, um ambiente propício à proliferação de doenças. Esse contexto motivou Ebenezer Howard a criar o conceito de uma Cidade Jardim. Uma cidade horizontal cercada de áreas verdes, com número de habitantes limitado e com todas as vantagens de uma cidade grande (Braga, 2005).

A ideia das unidades de vizinhança veio da preocupação dos urbanistas do começo do século XX em restabelecer a vida social ou as relações de vizinhança. Eles projetaram áreas residenciais com um número limitado de habitantes, autônomas, ou seja, bens e serviços necessários no cotidiano a um fácil alcance, áreas de convívio social como escolas e recreação.

4.1.2 As Superquadras

No projeto de Brasília, o urbanista Lucio Costa utilizou os 5 (cinco) pontos da arquitetura moderna descrita por Le Corbusier- planta livre, fachada livre, terraço jardim, pilotis e fachada em fita, para integrar o conceito de cidade jardim e unidades de vizinhança.

Costa (2009) descreve uma superquadra como conjunto de edifícios residenciais sobre pilotis, ligados entre si por um acesso em comum, limitados em uma área de 280x 280 metros, cercada por um cinturão verde de árvores densas, com uma população limitada de cerca de 3.000 mil habitantes. “O chão é público - os moradores pertencem à quadra, mas a quadra não lhes pertencem”.

4.1.3 As Superquadras 400

No projeto original para a nova capital havia apenas as superquadras 100, 300 e 200, todas projetadas para receber moradores da classe média. A adição da faixa das 700 e as superquadras duplas- 400 foram as duas primeiras modificações do projeto do Plano Piloto (Leitão, 2003).

O objetivo de inserir a faixa de superquadras 400 teve um intuito de criar uma zona de edificações residências de padrão econômico, em decorrência desse fato os edifícios algumas características que o diferenciam do restante das superquadra como: possuem apenas 3(três) pavimentos e não obrigatoriedade de garagem.

4.2 Superquadra Dupla Norte 405/406

A Superquadra Dupla Norte 405/406, SQDN 405/406, possui essa nomenclatura por ter uma única entrada e saída para as duas quadras. Essa SQDN possui 34 (trinta e quatro blocos), sendo que desses, 30 (trinta) possuem o mesmo sentido de implantação- o eixo longitudinal dos blocos são paralelos com a via de ligação L2 norte- e o restante dos blocos possuem sentido de implementação ortogonal a esses.

O projeto urbanístico dessa quadra data 20/06/1960, o primeiro projeto para o setor 400 da asa norte (Machado, 2007).

Na época da construção de Brasília, o governo federal possuía dívidas com os institutos de aposentadoria e pensões, para sanar as dívidas o governo federal doou algumas superquadras e financiou a construção dessas. A SQDN 405/406 foi doada ao Instituto de Aposentadoria e Pensões do Comerciantes-IAPC (Ferreira e Gorovitz;2009).

4.2.1 Os Blocos da superquadra Dupla Norte 405/406

O IAPC recebeu também como parte da dívida a SQDN 403/404, o mesmo projeto foi repetido nas duas SQDN, totalizando um total de 64 (sessenta e quatro) blocos com o mesmo projeto. Segundo (Amorim e Flores), essa quantia representa 5% de todos os edifícios do Plano Piloto e 12,6% do total dos edifícios presentes nas superquadras 400 do Plano Piloto de Brasília (Braga, 2005).

O projeto de arquitetura foi realizado pelos arquitetos do IAPC, e a empreiteira contratada foi a Capuá e Capuá (Ferreira e Gorovitz;2009).

Os blocos foram construídos em projeções de 85,72x 9,00 m², perfazendo a área de 771,48 m². Cada bloco possui 3 (três) pavimentos sobre pilotis, com 4 (quatro) prumadas contendo 6 (seis) apartamentos cada. A área total de construção é de 3.154,496 m²(Convenção do Condomínio do Bloco “E” da SQN 405, 1979)

4.2.2 O Projeto de Arquitetura dos Blocos da Superquadra Dupla Norte 405/406

A marca desse projeto arquitetônico é a simplicidade, seja na fachada ou nas áreas internas. Segundo (Ferreira e Gorovitz;2009), esse foi o projeto que mais agradou o arquiteto franco suíço Le Corbusier em sua visita ao Brasil.

A fachada tem como sua característica principal as janelas corridas cortando o bloco em toda a sua extensão e reboco pintado.

Cada unidade residencial possui área útil de 78,752 m², divididos em 3 (três) quartos, circulação, banheiro social, cozinha, área de serviço e banheiro de empregada.

4.3.2 O Projeto De Estrutura dos Blocos da superquadra Dupla Norte 405/406

A edificação possui uma estrutura mista, com pilares de concreto armado no pilotis, e alvenaria estrutural nos andares seguintes. Infelizmente o projeto estrutural não consta nos registros da administração regional de Brasília.

4.4 Localização do Bloco “E” da Superquadra 405 Norte

Neste tópico será mostrada a posição do Bloco “E” da Superquadra 405 Norte em relação ao Plano Piloto de Brasília, a superquadra dupla 405/406 norte, a superquadra 405 e a orientação solar, conforme sequencia de figuras apresentadas a seguir, Figuras 4.1 a 4.4.

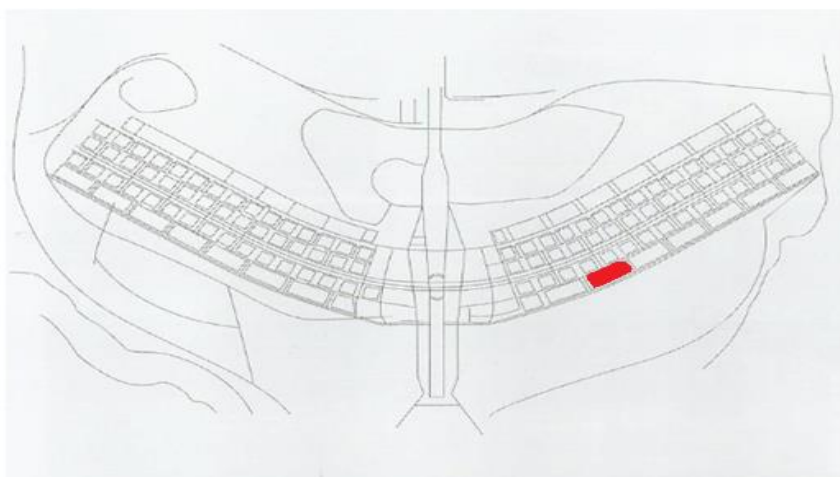


Figura 4.1 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação ao Plano Piloto de Brasília (Ferreira e Gorovitz, 2009)



Figura 4.2 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação SQDN 405/406 (Divisão de Arquitetura apud Machado, 2007)

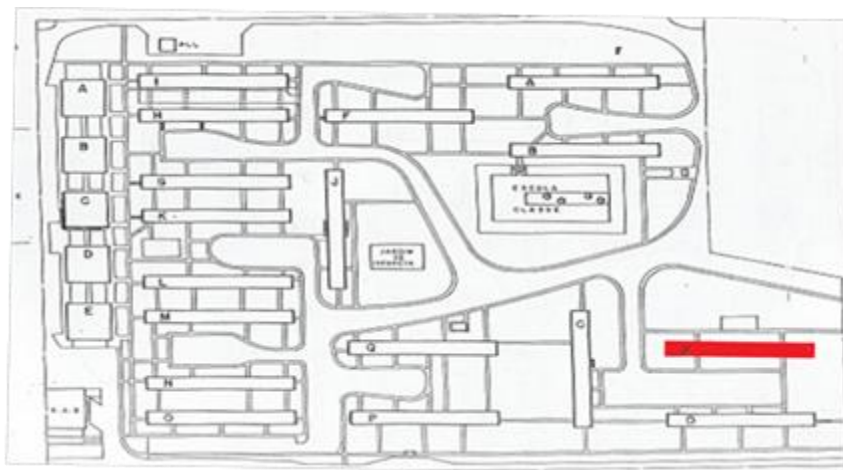


Figura 4.3 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação à SQN 405 (Agafis)



Figura 4.4 Localização do Bloco “E” da SQN 405 em relação a orientação solar (Google Earth)

4.5 As intervenções realizadas no Bloco “E” da Superquadra 405 Norte

A primeira convenção de condomínio foi realizada no ano de 1979, a partir dessa convenção se estabeleceu as responsabilidades dos condomínios e do condomínio.

A pintura do edifício, pelo relato dos moradores, foi refeita entre os anos de 1980 a 1990, sendo que não houve um consenso sobre os anos da reforma. Nenhuma manutenção na pintura foi feita desde a reforma.

O revestimento das portarias de entrada das prumadas e os pilares foram revestidos com quartzo em 1992.

No ano de 1993, foi realizado a troca do revestimento do piso do pilotis, o material escolhido foi a granitina, o piso externo se mantém inalterado desde a referida reforma

Na assembleia geral extraordinária realizada no dia 22 de setembro de 1995, discutiu-se a respeito da troca da tubulação de incêndio que estavam danificados, porém, os

condôminos não chegaram a um consenso e a obra foi adiada. Na mesma assembleia foi discutida a obra de restauração das caixas de gordura do edifício.

A obra de reforma das caixas de gordura foi aprovada na assembleia do dia 09 de outubro de 1995, junto com a troca de parte da tubulação de esgoto, localizado sob o pilotis, que estava vazando. Apenas a parte da tubulação que estava vazando foi substituída alguns meses depois, segundo relatos da síndica.

As entradas das prumadas do edifício foram reformadas no ano de 1998, a reforma se ateve a instalação de blindex na portaria das 04 (quatro) prumadas.

A Companhia Elétrica de Brasília (CEB), no ano de 2007, apresentou um laudo comprovando a urgência na troca do cabeamento geral do edifício que já se encontravam bastante oxidados. A substituição foi aprovada na assembleia geral extraordinária do bloco “E” realizada no dia 03 de outubro de 2007.

Os tubos de barbará (tubo de ferro), que levavam água potável até a caixa d’água, foram substituídos por tubos de PVC em 2009.

Pelos relatos da síndica, a maioria dos ramais de esgoto de barbará, que fica na área interna dos apartamentos, foi substituída por tubos de PVC, porém, em alguns apartamentos a encanação continua a mesma desde a construção, assim como as colunas de esgoto que continuam originais em toda a edificação.

As telhas de zinco do telhado foram trocadas apenas pontualmente, quando estas tinham sido danificadas por alguns danos acidentais causados por trabalhos realizados na cobertura.

Em 1992, foi proposta em assembleia do condomínio uma obra para inclinar as marquises com o objetivo de diminuir o acúmulo de água nesses locais, porém, alguns condôminos não concordaram com a obra e esta não foi aprovada.

Na fachada oeste, alguns moradores trocaram as pequenas janelas por janelas de grandes vãos com o intuito de aumentar a iluminação nos apartamentos.

Nas fachadas Sul e Norte, os moradores, exceto um, abriram vão de janelas nessas fachadas.

4.6 Características dos materiais que compõem a edificação

Nesse tópico, será descrito a relação dos materiais que compõem a edificação nas áreas comuns.

4.6.1 Nas fachadas

A alvenaria estrutural é revestida com argamassa pintada.

4.6.2 No pilotis

Os pilares e as paredes das entradas das prumadas são revestidas com quartzo, como ilustra a Figura 4.5 . O revestimento de quartzo é constituído por grão de quartzo, agregados com resina e pigmentos artificiais. É um material durável, visto que apresenta um nível de dureza 7 (sete) na escala Mohs, o mármore possui dureza 3 (três) na mesma escala, baixa absorção de água, estabilidade cromática, lavabilidade e possui um baixo custo (Neto, 2008).



Figura 4.5 - Em destaque do revestimento de quartzo dos pilares e da entrada das prumadas

A laje de piso do pilotis é revestida com granitina (Figura 4.6), que é um revestimento argamassado preparado no canteiro com cimento branco, granas e granilhas de granito, mármore e corante (Notas de aula UEPG).



Figura 4.6 Detalhe do revestimento da laje do pilotis em granitina

4.6.3 Na área comum

As paredes internas das áreas comuns (Figura 4.7), exceto das escadas e das localizadas no nível do pilotis, são revestidas com pintura texturizada, pintura que possui camadas com espessuras cerca de quatro vezes maiores do que as tintas acrílicas ou PVC e a textura possui em sua composição componentes com cargas minerais e pigmentos. (Boletim informativo USP)



Figura 4.7 Detalhe da pintura texturizada que reveste as paredes internas

O piso da área comum possui revestimento cerâmico (Figura 4.8), assim como as paredes das escadas. Os revestimentos cerâmicos são produtos industrializados, os que lhes conferem um maior controle na produção são higiênicos, pois são fáceis de limpar, antialérgicos, anti-inflamável e duráveis quando são de boa qualidade.

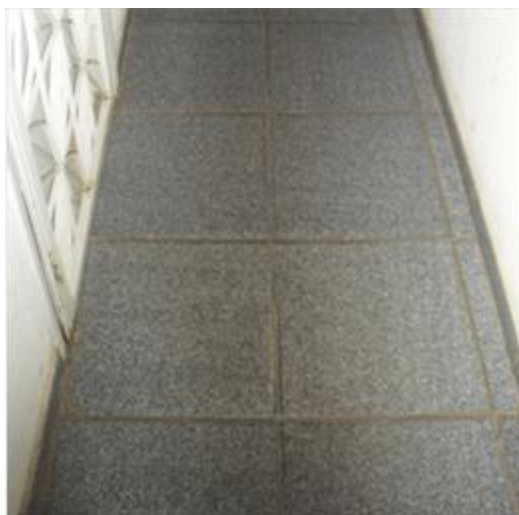


Figura 4.8 Detalhe da cerâmica que reveste as lajes das áreas comuns

4.6.4 Na cobertura

As telhas de cobertura são de zinco e as caixas d'água são de poliéster como ilustram as Figura 4.9. e 4.10.



Figura 4.9 Em detalhe o caimento e as telhas da cobertura



Figura 4.10 Em detalhe a caixa d'água

5. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS

A inspeção predial teve como foco apenas a fachada e as áreas comuns do edifício, apesar de não ser o foco, foram vistoriadas a área interna de 02 (dois) apartamentos. O resultado da inspeção predial será mostrado, a seguir e em anexo, com gráficos (Figuras 5.1 a 5.4), quadros (Quadros 5.1 a 5.11) e croquis.

5.1 Nas fachadas

As fachadas do edifício possuem pintura como revestimento de cobertura, a grande maioria das manifestações patológicas apresentadas são desagregação da pintura, presença de bolor, líquens e fissuras, como podem ser vistos nos quadros de cada fachada.

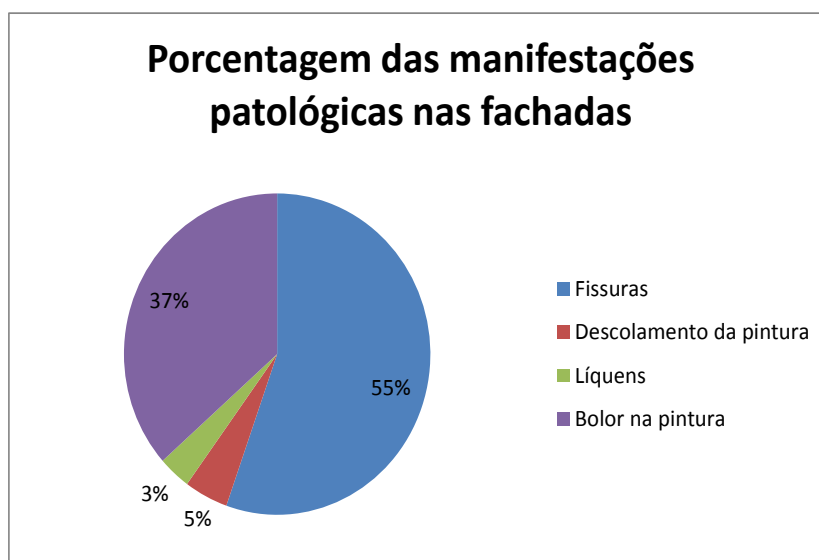


Figura 5.1 Porcentagem das manifestações patológicas nas fachadas

A proporção de cada manifestação patológica varia entre as fachadas. A seguir apresenta-se o resultado, em termos percentuais, das referidas manifestações patológicas encontradas em cada subgrupo: fachadas Norte, Sul, Leste e Oeste.

5.1.1 Fachada Norte

As principais patologias observadas na fachada norte foram as fissuras, seguida do bolor e descolamento da pintura.

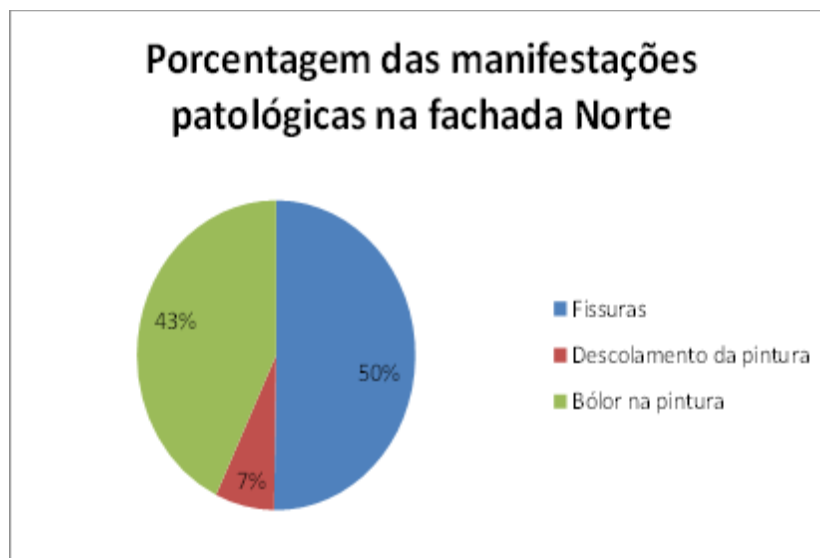




Figura 5.2 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada norte

Quadro 5.1 .a Manifestações patológicas fachada Norte

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Norte		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de bolor, desagregamento da pintura e fissuras.			
Observações:			

Quadro 5.1.b Manifestações patológicas fachada Norte

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Norte		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de bolor e fissuras no revestimento.			
Observações: as fotos foram tiradas em horários distintos do dia.			

5.1.2 Fachada Sul

As principais patologias apresentadas na fachada sul foram às fissuras, seguida do bolor e destacamentos na pintura.

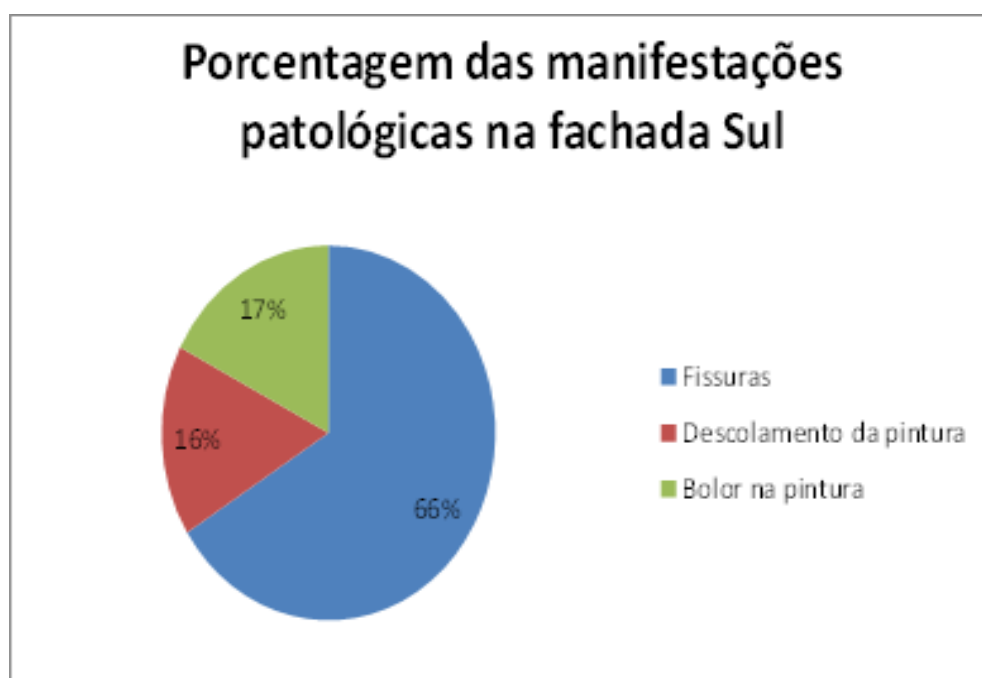


Figura 5.3 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Sul

Quadro 5.2.a Manifestações patológicas fachada Sul

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Sul		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: fissura típica de variações térmicas.			
Observações:			

Quadro 5.2.b Manifestações patológicas fachada Sul

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Sul		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de bolor, desagregamento da pintura e fissuras.s			
Observações:			

5.1.3 Fachada Leste

As principais patologias observadas na fachada leste foram às fissuras, seguida do bolor e líquens, além do descolamento na pintura.

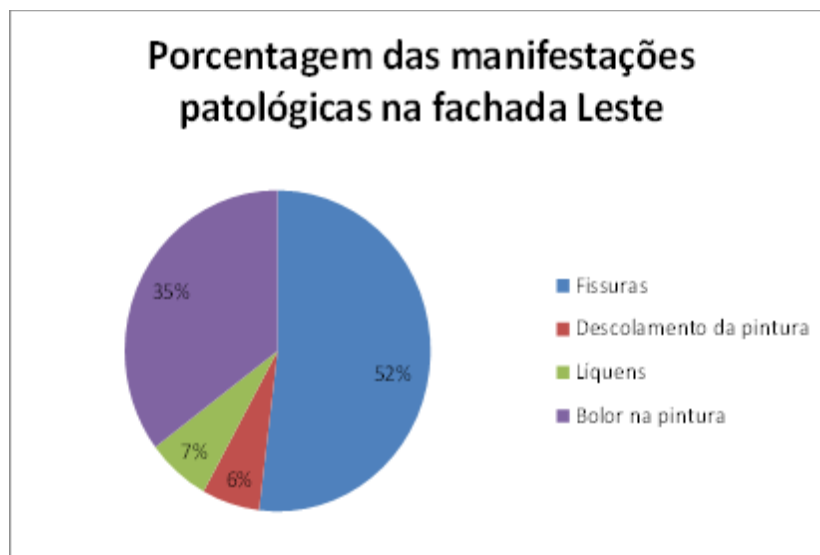


Figura 5.4 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Leste

Quadro 5.3 Manifestações patológicas na fachada Leste

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Leste		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: presença de bolor e líquens.			
Observações: Nota-se falta de uma pingadeira.			

5.1.4 Fachada Oeste

As principais patologias apresentadas na fachada oeste foram às fissuras, seguida do bolor e líquens.

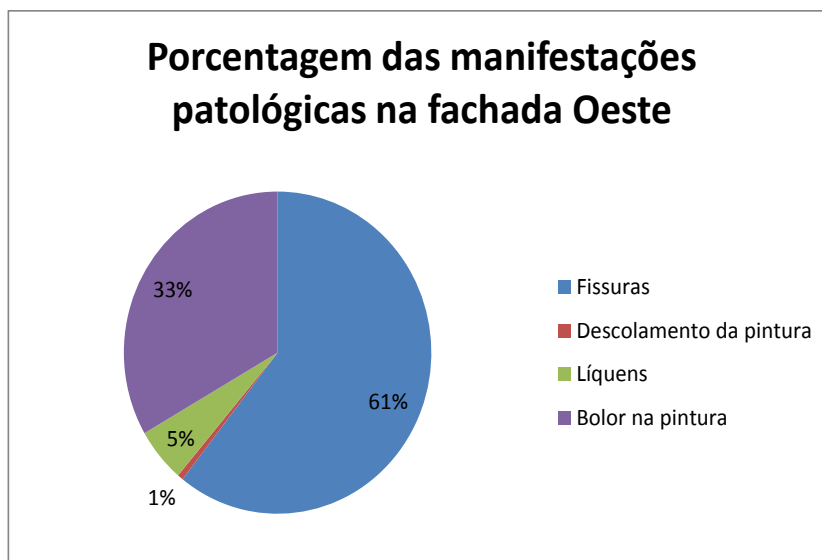


Figura 5.5 Porcentagem das manifestações patológicas na fachada Leste

Quadro 5.4.a Manifestações patológicas fachada Oeste

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Oeste		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de bolor e fissuras na platibanda.			
Observações:			

Quadro 5.4.b Manifestações patológicas fachada Oeste

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Fachada Oeste		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de bolor e fissuras no revestimento.			
Observações:			

5.2 Na cobertura

As principais patologias observadas na cobertura foram às fissuras, seguida de danos nas telhas e as trincas nas vigas de apoio da caixa d'água.

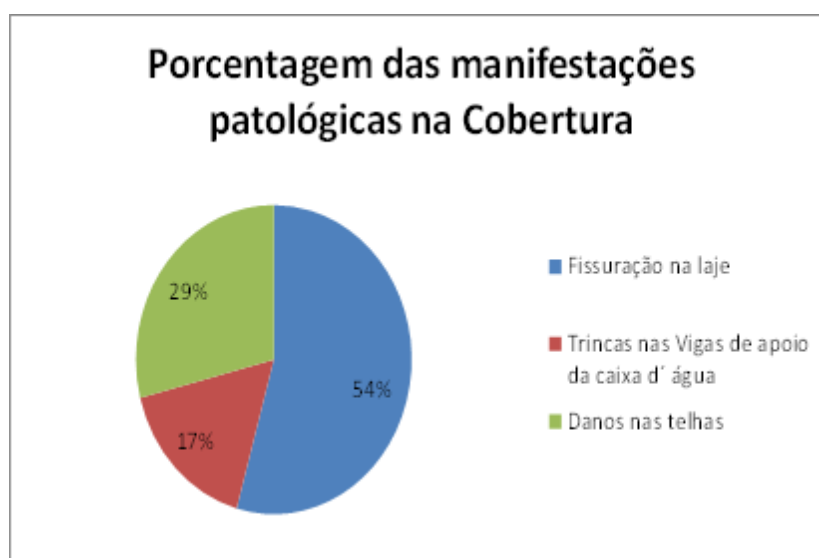


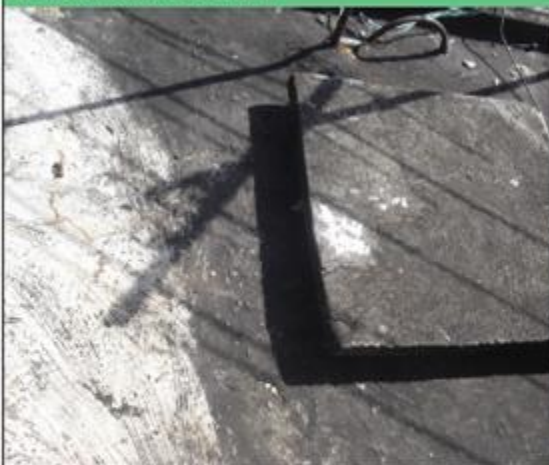



Figura 5.6 Porcentagem das manifestações patológicas na Cobertura

Quadro 5.5.a Manifestações patológicas na Cobertura

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Cobertura		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: trincas nas vigas de apoio da caixa d' água			
Observações:			

Quadro 5.5.b Manifestações patológicas na Cobertura

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Cobertura		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: fissuração na laje da cobertura			
Observações:			

5.3 No pilotis

As principais patologias apresentadas no pilotis foram as infiltrações, seguida da fissuração e bolor.

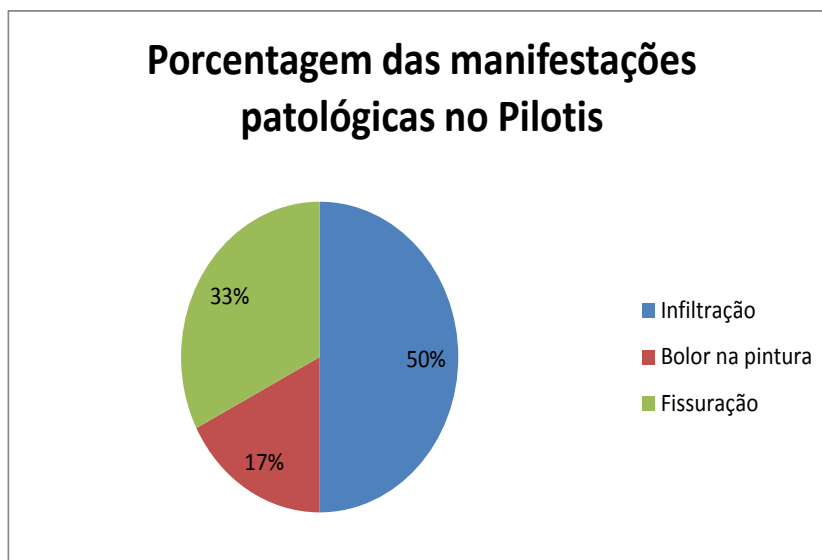




Figura 5.7 Porcentagem das manifestações patológicas no Pilotis

Quadro 5.6.a Manifestações patológicas no Pilotis

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Pilotis		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de umidade na laje do primeiro pavimento			
Observações:			

Quadro 5.6b Manifestações patológicas no Pilotis

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Pilotis		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: manchas de umidade, bolor, desagregação da pintura e fissura na laje do primeiro pavimento.			
Observações:			

5.4 Patologias nas áreas comuns

O edifício possui quatro prumadas, a identificação dada às prumadas na vistoria está exemplificada abaixo.

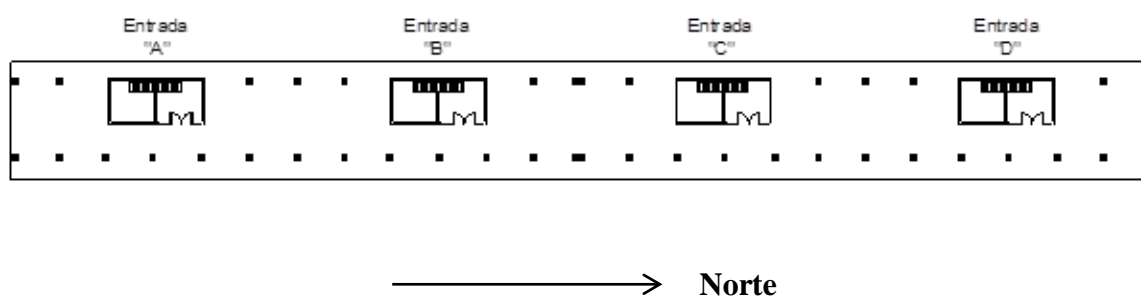


Figura 5.8 Referência do posicionamento das Entradas

Apresenta-se a seguir, em quadros as principais manifestações patológicas encontradas nas Entradas de A a D, bem como as Tabelas exemplificando as manifestações patológicas.

Entrada “A”

Tabela 5.1 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “A”

ENTRADA A	
Local	Manifestação Patológica
Pilotis	Fissuras na laje do primeiro pavimento
1º andar	Fissuras na parede, perto das portas de entrada Dano na cerâmica perto da escada
2º andar	Danos na cerâmica perto da escada
3º andar	Manchas de umidade, na parede e no teto, perto das janelas da área coletiva.

Quadro 5.7.a Manifestações patológicas Entrada “A”

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013			
Local: da foto: Área comum “A”		Autor da Vistoria: Samir Caied			
					
Vista Geral		Detalhe			
Manifestações patológicas: manchas de umidade na laje de cobertura.					
Observações:					

Quadro 5.7.b Manifestações patológicas Entrada “A”


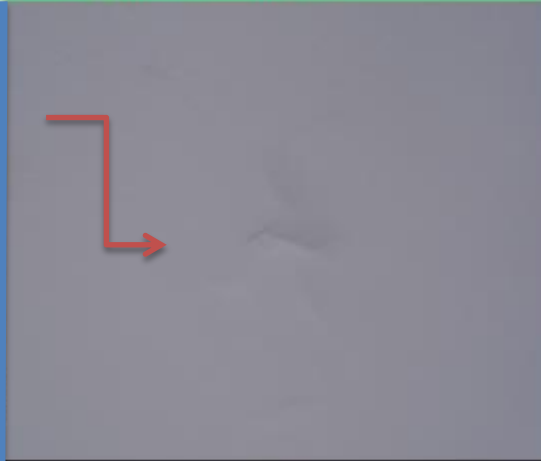
Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Área comum “A”		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Porta 1		Porta 2	
Manifestações patológicas: fissuras perto das portas do primeiro pavimento .			
Observações: Essas portas se encontram uma ao lado da outra.			

Entrada “B”

Tabela 5.2 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada” B”

ENTRADA B	
Local	Manifestação Patológica
Pilotis	Fissuras na laje do primeiro pavimento
1º andar	Nenhuma manifestação visível
2º andar	Nenhuma manifestação visível
3º andar	Nenhuma manifestação visível

Quadro 5.8 Manifestações patológicas Entrada “B”

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Área comum “B”		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: fissura na laje do primeiro pavimento.			
Observações:			

Entrada “C”

Tabela 5.3 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “C”

ENTRADA C	
Local	Manifestação Patológica
Pilotis	Fissuras na laje do primeiro pavimento e no gesso
1º andar	Nenhuma manifestação visível
2º andar	Fissura na parede, abaixo das janelas, da área coletiva
3º andar	Nenhuma manifestação visível

Quadro 5.9 Manifestações patológicas Entrada “C”

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Área comum “C”		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: fissura na parede, abaixo das janelas, da área coletiva.			
Observações: essa fissura é visível dos dois lados da parede.			

Entrada “D”

Tabela 5.4 Identificação das Manifestações Patológicas na Entrada “D”

ENTRADA D	
Local	Manifestação Patológica
Pilotis	Fissuras na laje do primeiro pavimento
1º andar	Manchas de umidade, na parede e no teto, perto das janelas da área coletiva
2º andar	Manchas de umidade, na parede e no teto, perto das janelas da área coletiva
3º andar	Fissura acima da porta de entrada.

Quadro 5.10 Manifestações patológicas Entrada “D”

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013
Local: da foto: Área comum “D”		Autor da Vistoria: Samir Caied
		
Vista Geral		Detalhe
Manifestações patológicas: fissura acima da porta no terceiro pavimento.		
Observações:		

Área Interna - Apartamento

Apesar de não ser um objetivo deste trabalho, foi vistoriada a área interna de 02 (dois) apartamentos, que se localizam no terceiro pavimento do edifício. Em ambos foi encontrado manchas de umidade na laje de cobertura, problema, segundo os moradores, recorrente e existente há cerca de 30 (trinta anos). Nenhuma outra manifestação patológica foi encontrada nestes apartamentos. Em um dos apartamentos, uma das paredes de alvenaria estrutural foi retirada, o proprietário afirmou que: “*Nenhuma coluna tinha sido retirada*”, o que demonstra a falta de conhecimento sobre o edifício. Como o mesmo foi construído em alvenaria estrutural, a demolição de qualquer parede afeta a estrutura do edifício.

Quadro 5.11 Manifestações patológicas na área interna

Enderereço: SQN 405 Bloco E		Data da Vistoria: 23/03/2013	
Local: da foto: Área interna 1		Autor da Vistoria: Samir Caied	
			
Vista Geral		Detalhe	
Manifestações patológicas: mancha de umidade na laje de cobertura e na parede do terceiro pavimento.			
Observações:			

6 COMENTÁRIOS SOBRE AS PATOLOGIAS E PROGNÓSTICO

É importante ressaltar que apesar do edifício ter sido construído em estrutura mista, na convenção de condomínio não existe nenhuma menção a conservação das paredes de alvenaria estrutural. A remoção das referidas paredes causaria uma redistribuição das cargas do edifício podendo acarretar várias manifestações patológicas que comprometeriam o desempenho da edificação. Como a inspeção predial não teve foco na área privativa do edifício, algumas manifestações patológicas presentes no edifício podem não ter sido detectadas.

A fachada da edificação já não apresenta o nível de desempenho esperado na vida útil de projeto (VUP), fato que pode ser explicado pela falta de manutenção na pintura que reveste o edifício, e que induz as manifestações patológicas. Pela norma de desempenho, ABNT NBR 15.575:2013, “um revestimento de fachada em argamassa pintado pode ser projetado para uma VUP de 25 anos, desde que a pintura seja refeita a cada 5 (cinco) anos, no máximo.”

Nas marquises presentes nas fachadas não existe nenhum sistema para evitar o acúmulo de água nesses locais. Esse fato juntamente com a falta de manutenção da pintura que reveste as fachadas do edifício ajuda a explicar o motivo para a quantidade de bolores e líquens encontrados nesses locais.

A falta de um sistema de escoamento da água das marquises faz com que a água da chuva escorra para a parte inferior da laje do primeiro pavimento, o que pode estar causando bolores, fissuras, destacamento da pintura verificadas, por exemplo, no quadro 5.6.b, trazendo desconforto visual e deixando a armação da laje sujeita a corrosão.

Os pilares do edifício, presentes apenas no pilotis, e a entrada das prumadas estão revestidos quartz, isso faz com que se crie uma barreira contra os ataques químicos como carbonatação e evite a presença de água no interior dos pilares, protegendo da corrosão.

Na granitina que reveste a laje do pilotis existem pequenas fissuras, que pela cor do revestimento são de difícil percepção.

A textura das paredes das áreas comuns, a partir do primeiro pavimento, aumenta seu grau de impermeabilização dando uma maior durabilidade ao substrato e dificulta a percepção de eventuais fissuras.

As mancha de umidade apresentada na parte inferior da laje do primeiro pavimento (quadro 5.6.a) era uma umidade accidental oriunda da falta de impermeabilização do banheiro do primeiro pavimento. Existem casos iguais a esse, que segundo a síndica, a causa do problema já foi resolvida em todos os apartamentos. Essa infiltração causa desgaste na pintura, abrindo frente aos ataques químicos e a presença de água faz com que a laje possa estar sujeita ao processo de corrosão.

Segundo o relato de um morador, durante a época de chuva, existe acúmulo de água, sinal de que o sistema de drenagem de águas pluviais não está funcionando corretamente,

somado ao fato que algumas telhas de zinco do telhado estão danificadas. Esses fatos podem estar possibilitando a entrada de umidade que estão causando as manchas de umidade na laje de cobertura. Essa umidade além de, como no caso da infiltração na laje do primeiro pavimento, tornar a laje sujeita ao processo de corrosão, traz um desconforto visual e afeta a saúde dos moradores (gripes, rinites alérgicas, asma etc).

Os chapins presentes na parte superior das platibandas já se encontram corroídos, neste caso o prognóstico é o aumento da frente de corrosão, podendo levar ao colapso.

As trincas existentes nas vigas de apoio que recebem as vigotas de madeira que suportam as caixas d'água, quadro 5.5.a, se devem a concentração de carga na viga de apoio, que possivelmente não está adequadamente dimensionada.

Na região da platibanda, perto da cobertura, região onde estão instaladas a caixa d'água e as antenas, existe muita umidade, provavelmente essa umidade é resultado da falta de um sistema de drenagem de águas pluviais na cobertura. Essa umidade com as fissuras, presente na região, também facilitam o ataque químico e possibilitam a corrosão da estrutura, diminuindo a vida útil da peça podem trazer desconforto visual aos usuários.

Na Fachada Oeste muitos moradores resolveram ampliar suas janelas, fato esse que também pode ocasionar uma redistribuição das cargas, visto que essas paredes são de alvenaria estrutural, e isso tem ocasionado algumas das trincas constatadas nessa fachada e por isso essa fachada ter uma porcentagem de trincas maior do que na fachada leste. Essas trincas abrem caminho para a umidade e aos ataques químicos e biológicos.

As aberturas de vãos para janelas ,nas fachadas Sul e Norte, podem ter ocasionado algumas das fissuras ali existentes, prejudicando a vida útil da edificação.

A junta de dilatação do edifício se encontra mal calafetada o que também facilita a entrada de umidade e facilita os ataques químicos e biológicos, comprometendo a vida útil da edificação. A junta possui uma ligeira diferença de nível, fato que pode ter ocorrido no período de execução por problema de retirada precoce de escoramento. Vale destacar que não podemos descartar a hipótese de um recalque distorcional no edifício.

Na parte inferior da laje do 1º pavimento, logo na entrada das prumadas, existem fissuras, quadro 5.8.b, que podem ter sido causadas por retração superficial, mas como não foi realizado nenhum ensaio, não se pode confirmar se essas fissuras são da laje ou do revestimento.

Muitas das fissuras na platibanda, como exemplo 67% das fissuras encontradas na platibanda da fachada oeste, quadro 5.4.a, possuem tipologia de fissuras por variação térmica, fato que poderá ser confirmado mediante acompanhamento da variação térmica na fachada.

A trinca encontrada na parede de encontro com a laje da cobertura da entrada "D" pode ter sido causada pela dilatação térmica da laje de cobertura, fato que só poderá ser confirmado através da realização de ensaios ou até mesmo mediante análise estrutural do edifício.

A ausência de juntas horizontas e verticais na fachada pode ter contribuído para algumas das fissuras encontradas.

As fissuras encontradas na laje da cobertura podem comprometer o sistema de impermeabilização e possibilitar a entrada de umidade e ataques químicos, diminuindo a vida útil da edificação.

Em porcentagem, 65% da umidade apresentada na laje do primeiro pavimento podem ser classificadas como umidade de infiltração e os 35% restante como umidade acidental.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Primeiramente recomendam-se a realização de alguns ensaios para verificar a extensão das manifestações patológicas existentes no edifício para um melhor entendimento do diagnóstico das manifestações patológicas apresentadas neste trabalho. Os ensaios recomendados estão citados a seguir.

Nas tubulações

Recomenda-se para as tubulações a realização de uma endoscopia, principalmente naquelas que permanecem inalteradas desde a época da construção, como colunas de esgoto e ramais de esgoto, para verificar possíveis corrosões e incrustações nesse encanamento.

Nas fachadas

Seria interessante verificar se as fissuras presentes nas fachadas já estão estabilizadas, uma maneira seria teste com selos de gesso. Para determinar com exatidão as causas e extensão das fissuras (se essas são do revestimento ou na alvenaria), recomenda-se o ensaio de esclerométrico.

Na área interna

Uma vistoria no interior de todos os apartamentos visando identificar quais as paredes de alvenaria estrutural foram indevidamente retiradas e assim proceder ao recalculo com a nova distribuição de cargas, a fim de apontar se um reparo ou reforço estrutural seriam necessário.

A vistoria na área privativa também ajudaria a identificar pontos, não contemplados nesse trabalho, que possuam alguma manifestação patológica que possam diminuir a vida útil da edificação.

Como medidas a serem tomadas:

Para que o plano de ação fosse o mais adequado possível, seria necessário o resultado dos ensaios citados acima. Nesse tópico listam-se algumas ações, em curto prazo, para amenizar o desgaste da edificação e melhorar seu desempenho e aumentar sua vida útil.

Na cobertura

A substituição das telhas antigas de zinco por novas telhas, a impermeabilização da laje de cobertura e um aumento da capacidade de drenagem de água pluvial.

A substituição dos chapins que já se encontram corroídos, bem como um novo sistema de drenagem de águas pluviais para a cobertura.

Restauração do sistema de impermeabilização da cobertura.

Fachada

Seja qual for à extensão das fissuras, o revestimento de argamassa pintada já se encontra muito danificado. O condomínio já efetuou a compra de pastilhas cerâmicas para fachada. Neste caso, recomenda-se uma reforma geral da argamassa que reveste o edifício, com base em diagnóstico aprofundado, sendo destacados alguns itens: cuidado na limpeza do substrato, na cura da argamassa, bem como a inserção de juntas verticais e horizontais, a fim de tentar evitar o problema de deslocamento e descolamento da cerâmica, um problema comum em Brasília.

Se o condomínio desistir do revestimento cerâmico e optar por continuar com a argamassa pintada, recomenda-se o uso de pintura texturizada acrílica, ao invés da pintura acrílica convencional, por esta ser mais impermeável.

Na fachada oeste, onde muitas janelas foram inseridas, durante a reforma da fachada planejada pelo condomínio, seria interessante verificar se nessas novas janelas existe a presença de vergas e contravergas posicionadas corretamente.

No pilotis

As tubulações, originais do edifício, que desembocam nas caixas de gordura, devido sua idade, deveriam ser trocadas antes que comecem a vazar como ocorreu com a tubulação substituída.

Recomenda-se, também, a troca da tubulação de incêndio do edifício que continuam originais a época da construção, visto que em tubulações, antigas de barbará, pode ocorrer encrostamento da mesma.

Depois de todas as medidas corretivas terem sido tomadas e o desempenho da estrutura ter voltado ao nível esperado em sua vida útil de projeto, afim de manter esse desempenho, pela tabela FIP apresentada na revisão bibliográfica, seria recomendado a realização de inspeção rotineira a cada 10 (dez) anos para que eventuais manifestação patológicas fossem identificadas em seu estágio inicial, para que as medidas de manutenção fossem tomadas e o edifício consiga manter seu nível de desempenho com um menor custo.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE,C. Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras. São Paulo: Pini, 1993.

ANDRADE, T; SILVA, A.J.C. Patologia das estruturas. In: ISAIA, G.C (Org.). **Concreto: ensino, pesquisas e realizações Vol 2**. São Paulo: Instituto Brasileiro de Concreto,2005. p.953-982.

AMORIM, C.N; FLORES, A.L. **Edifícios residenciais das Superquadras do Plano Piloto, Brasília: aspectos de preservação e conforto ambiental**. FAU, Universidade de Brasília,UnB,2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **Edificações habitacionais-Desempenho. NBR 15575**. Rio de Janeiro, RJ, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **Manutenção de edificações-Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. NBR 5674**. Rio de Janeiro, RJ, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. **Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. NBR 6118**. Rio de Janeiro, RJ, 2007.

BRAGA, D.K. **Arquitetura residencial das Superquadras do Plano Piloto de Brasília: aspectos de conforto térmico**. Dissertação de mestrado, FAU: UnB, 2005

BARIN, D.S **Carbonatação e absorção capilar em concretos de cimento portland branco com altos teores de adição de escória de Alto forno e ativador químico**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2008.

BOLINA,C.C et al. **Estudo de corrosão das armaduras frente ao ataque por cloretos e carbonatação em estruturas de concreto armado no laboratório de materiais de construção da Universidade Federal de Goiás**. RevistaEngWhere. Disponível em:< [www.engwhere.com.br/ empreiteiros/software engenharia-arquitetura.htm](http://www.engwhere.com.br/empreiteiros/software/engenharia-arquitetura.htm)>. Acesso em 15 fev.2013.

CAMARINI, G. **Caracterização da durabilidade do concreto pela absorção de água**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO - IBRACON, 41, Salvador,1999.

CARMONA, T.G. **Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estrutura de concreto armado sujeitas a carbonatação**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo . São Paulo, SP, 2005.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto**. Inspeção e técnicas eletroquímicas. São Paulo: Pini; Goiânia: Editora UFG, 1997.

CIB W 80/RILEM 71-PSL.1983. (Conseil International du Batment Pour la Recherche L'étude et la Documentation & Réunion Internationale des Laboratoires D'essais et de Recherches sur les Matériaux et les Constructions). **Prediction of service life of building materials and components**. Rotterdam. 98p

COSTA, M.E. Superquadras. In SOUZA, M.C.C (Org.). **A invenção da Superquadra**. Brasília: Iphan,2009. p.88-93.

Diretrizes para a especificação de pinturas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa. Boletim informativo da Universidade de São Paulo.

EUROCODE N° 0 (1990) "*Basic of structural Design*" EC2, Revised final draft, Dezembro 1990.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE LA PRÉCONTRAINTÉ – FIP. **Guide to good practice: Inspection and maintenance of reinforced and prestressed concrete structure**. Londres, Thomas Telford publications, 1988.

FERREIRA, M.M; GOROVITZ, M. **A invenção da Superquadra: o conceito de unidade de vizinhança em Brasília**. Brasília: Iphan,2009.

FONSECA, R.P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e proposta de manutenção**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

GEMELLI,E; BELING,R.W. **Diagnosticar as manifestações patológicas e determinar o tempo para intervenção no pontilhão PM4 na refinaria presidente Getúlio Vargas**. Dissertação de pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Tuiuti, Curitiba,PR, 2008.

GUSMÃO, C. Escala bucólica. In LEITÃO, Francisco (Org.). **Brasília 1960-2010: passado, presente e futuro**. Brasília: Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente,2009. p.159-181.

GOLOMBEK.M. **Na prática a teoria é outra**. Revista fundações e obras geotécnicas, Porto Rico, vol.3. Disponível em: www.academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/65/65. Acesso em: 23 abr.2013.

GOULART, M.G.; LEITÃO, F.C. Escala gregária. In LEITÃO, Francisco (Org.). **Brasília 1960-2010: passado, presente e futuro**. Brasília: Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio ambiente,2009. p.137-156.

GRANATO, J.E, **Introdução a Patologia das Construções**, São Paulo, 2012.

HELENE, P.R.L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. São Paulo: USP, 1993. Tese (Livre Docência), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

HELENE, P.R.L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini, 1992.

LEITÃO, F.C. **Do risco à cidade: as plantas urbanísticas de Brasília, 1957-1964**. Dissertação de mestrado, FAU: UnB, 2003.

LEVY,S; HELENE,P.R.L. **Reabilitação de escolas de concreto armado no Estado de São Paulo, Brasil**. Relatório Técnico, PINI, 2000.

MACHADO, M.P. **Superquadra: pensamento e prática urbanística**. Dissertação de mestrado, FAU: UnB, 2007.

MARQUES, M.S. **A escala monumental do Plano Piloto de Brasília**. Dissertação de mestrado, FAU: UnB, 2007.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo. PINI. 1994.

MOLIN, D.C.C.D. **Fissuras em estruturas de concreto armado: análise das manifestações típicas e levantamentos de casos ocorridos no estado do Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1988.

MOREIRA, A.L.A. **A estrutura do palácio da justiça em Brasília: aspectos históricos, projeto, execução, intervenções e proposta de estratégias para manutenção**. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2007.

MOTA, N.B. **Notas do curso de patologia nas edificações**, Brasília, 2009

NETO,D.L. **Revestimento de quartz**. Techne, 2008.

Notas de aula da Universidade Estadual de Ponta Grossa.Disponível em: www.uepg.br/denge/aulas/revestimentos/conteudo.htm#17.

Notas de aula do Departamento de pós-graduação em estruturas e construção civil da Universidade de Brasília.

OLIVEIRA,A; SOUZA,M.C.V. Influência dos micro-climas do Rio de Janeiro no desenvolvimento dos processos patológicos do concreto armado. Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil, Porto Rico, vol.3,2003. Disponível em < <http://academic.uprm.edu/laccei/index.php/RIDNAIC/article/viewFile/65/65>>. Acesso em: 23 abr.2013.

PANTOJA, J.C. **Notas de aulas de patologia e recuperação das estruturas**, Brasília, 2013.

SILVA,J.M; SILVEIRA,E.S. **Apresentação de trabalhos acadêmicos**; normas e técnicas. 2.ed. Petrópolis, RJ; Vozes, 2007.

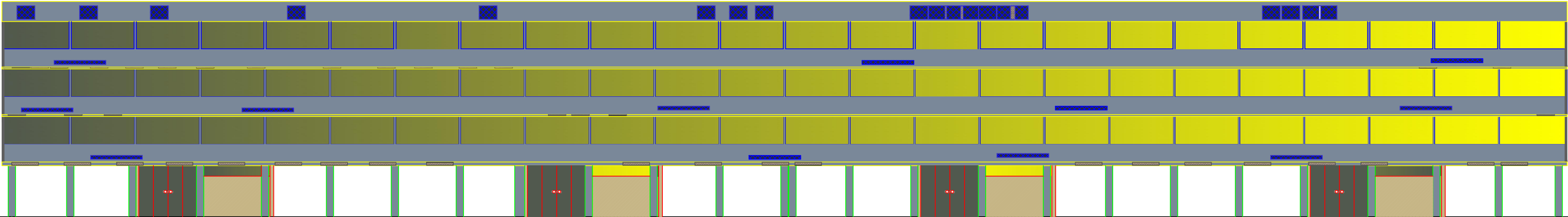
SOUZA, M.F. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. Dissertação de Pós-Graduação, Departamento de Engenharia de Matérias de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, MG, 2008.

SOUZA, V.C.M ; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini,1998.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação**. São Paulo. PINI. 1989.

VASCONCELOS, A. C. de – **O Concreto no Brasil: Recordes – Realizações – História**, Volume 1. São Paulo, Editora PINI, 1992.

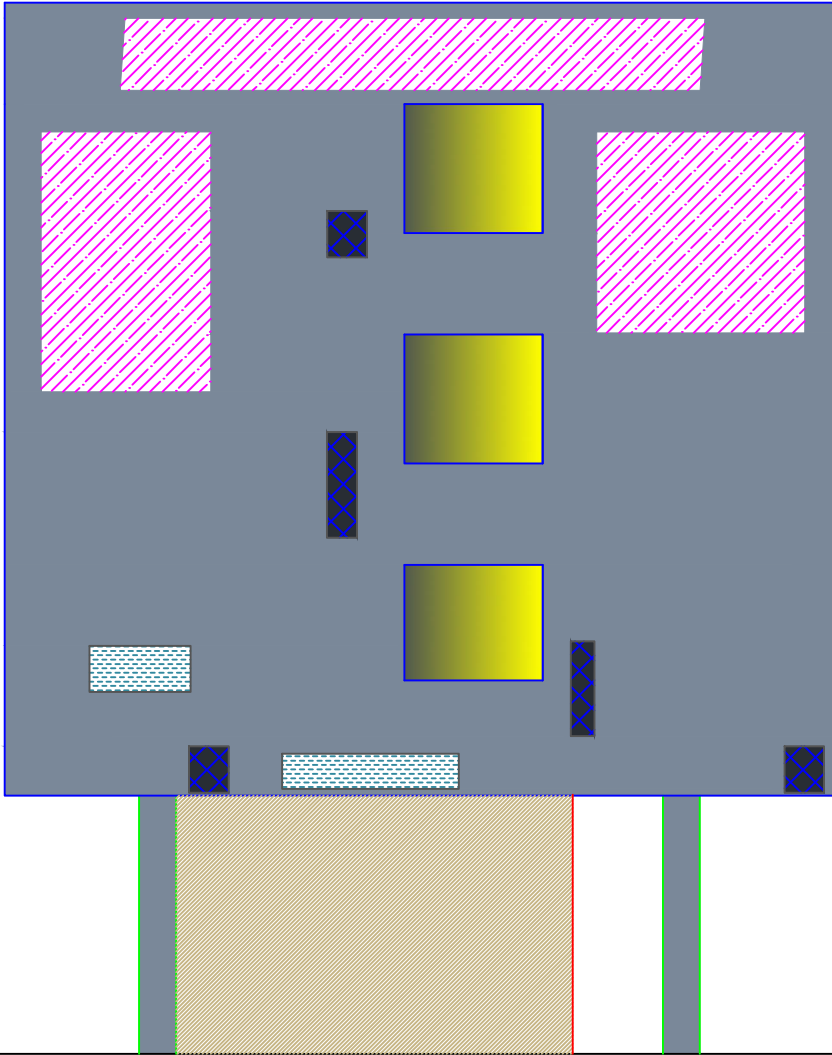
Croqui da Fachada Leste



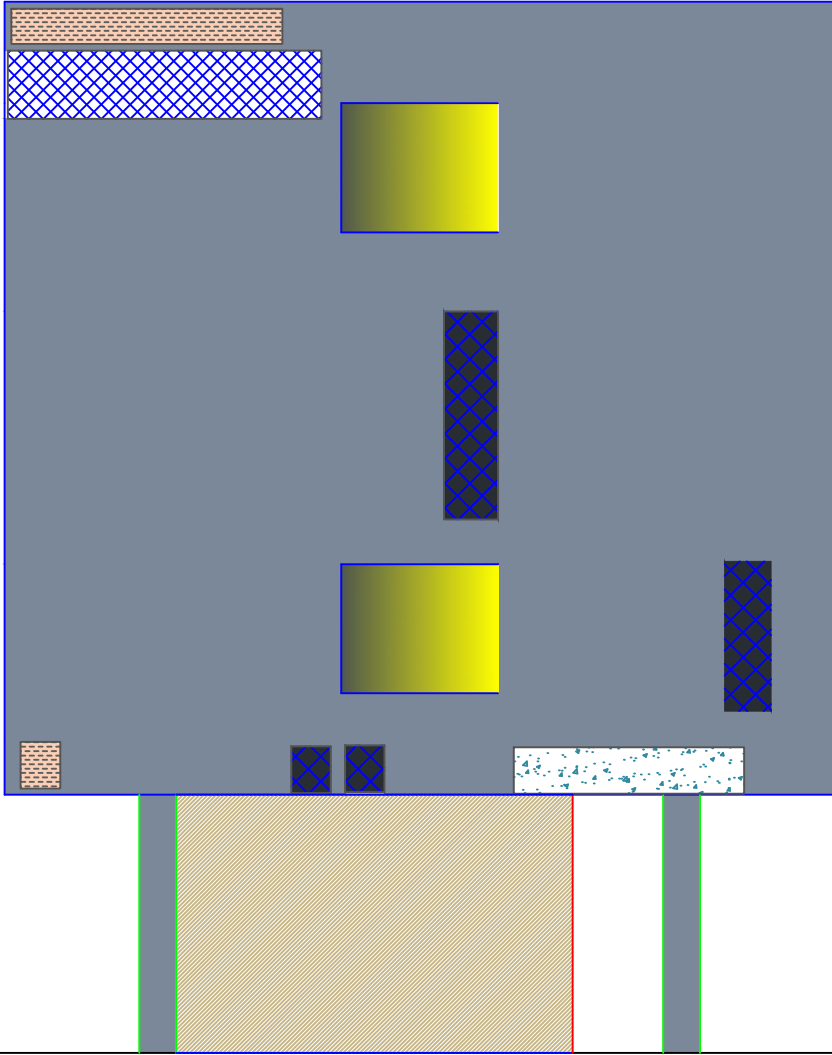
Croqui sem escala

Croqui da Fachada Norte

Croqui da Fachada Sul



Croqui sem escala



Croqui sem escala

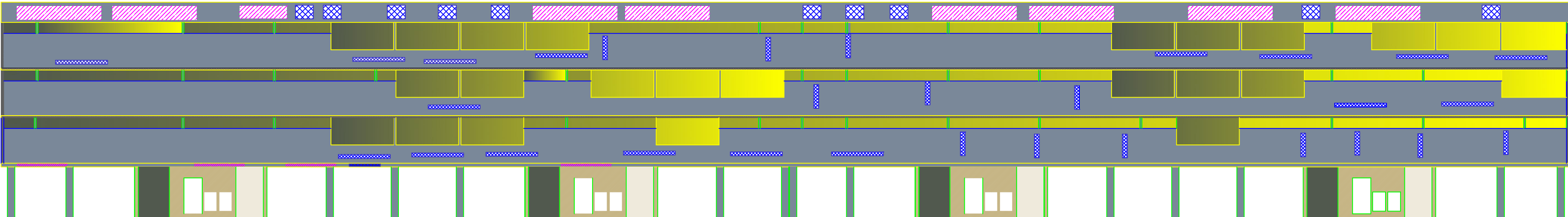
- Região com predominância de fissuras
- Região com predominância de fissuras e bolor
- Região com predominância de bolor
- Região com predominância de destacamento da pintura
- Pilares
- Região com predominância de infiltração

Croquis das Fachadas Leste,Norte e Sul do Bloco "E" da SQN 405

Autor: Samir Caied

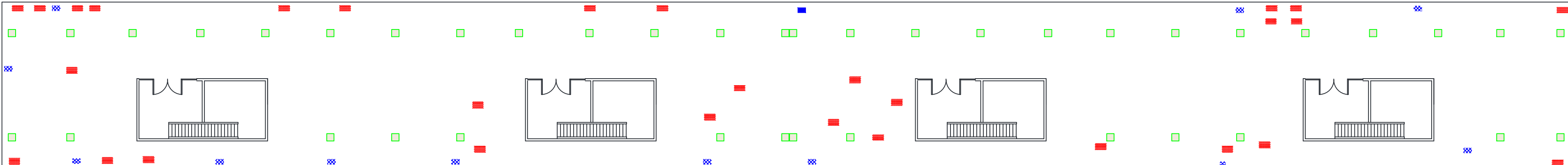
Data:23/05/2013

Croqui da Fachada Oeste

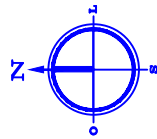








Croqui sem escala

Planta baixa do Pilotis



Croqui sem escala



-  Região com predominância de fissuras
-  Região com predominância de fissuras e bolor
-  Região com predominância de bolor
-  Região com predominância de destacamento da pintura
-  Pilares
-  Região com predominância de infiltração

Croqui da Fachada Oeste e planta baixa do Pilotis do Bloco "E" da SQN 405
Autor: Samir Caied
Data:23/05/2013